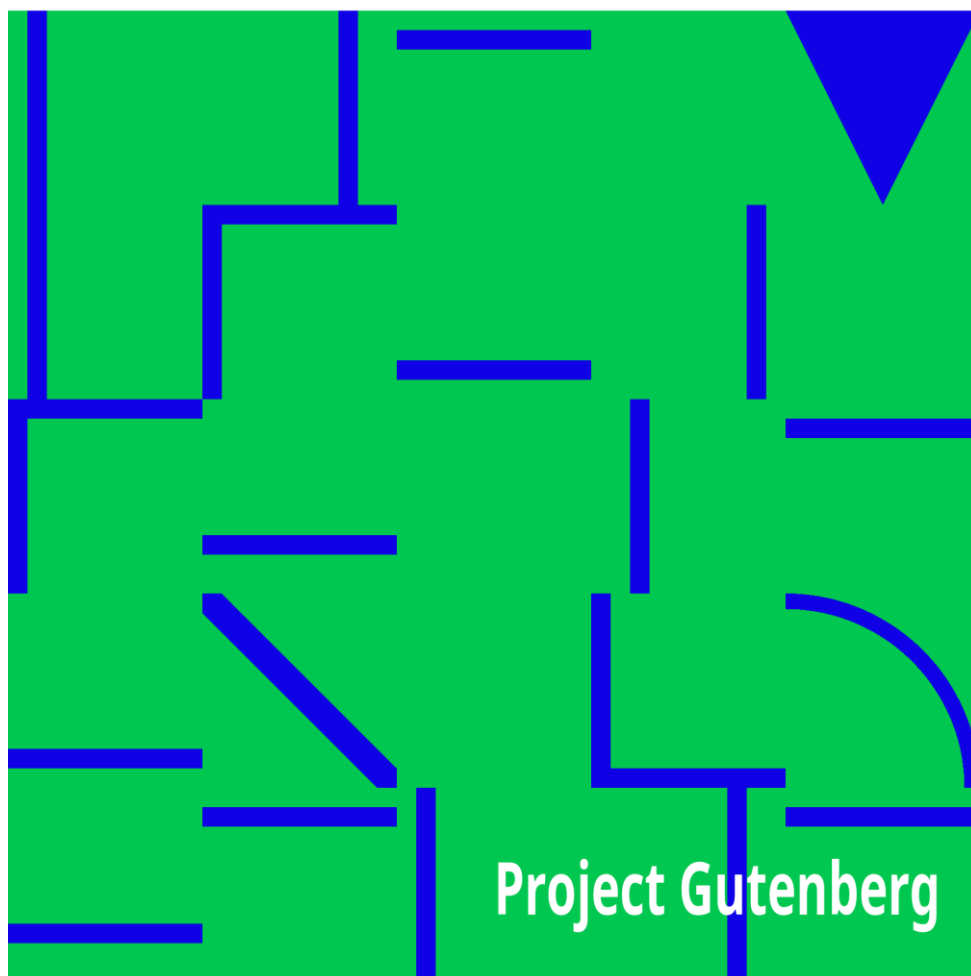


История микробной жизни

Х. В. Конн

The Story of Germ Life

H. W. Conn



Электронная книга проекта "Гутенберг", посвященная истории микробной жизни

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: История микробной жизни

Автор: Х. В. Конн

Дата выхода: 1 января 2004 г. [Электронная книга № 4962]

Последнее обновление: 28 декабря 2020 г.

Язык: Английский

Титры: Продюсерами выступили Роберт Роу, Чарльз Фрэнкс и команда онлайн-корректоров

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА" ИСТОРИЯ ЗАРОДЫШЕВОЙ ЖИЗНИ "

Продюсеры: Роберт Роу, Чарльз Фрэнкс

и Команда онлайн-редакторов, распространяющих корректуру.

ИСТОРИЯ МИКРОБНОЙ ЖИЗНИ

Х. В. КОНН

ПРОФЕССОР БИОЛОГИИ УЭСЛИАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА,

АВТОР КНИГ "ЭВОЛЮЦИЯ НАШИХ ДНЕЙ", "ЖИВОЙ МИР" И ДР.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

С момента выхода первого издания этой книги популярное представление о бактериях, на которое было обращено внимание в первоначальном предисловии, претерпело значительные изменения. Экспериментальная медицина постоянно пополняла список заболеваний, вызываемых бактериальными организмами, и широкая общественность была обучена адекватному представлению о важности микроба как главного посредника в передаче болезни с соответствующим преимуществом в эффективности личной и общественной гигиены. В то же время знания о доброкачественных бактериях и той огромной роли, которую они играют в промышленности и искусстве, получили гораздо более широкое распространение.

Бактериологию изучают в колледжах как одну из наук о культуре; она широко используется в качестве учебного предмета в средних школах; и школы сельского хозяйства и домоводства ежегодно выпускают тысячи выпускников, знакомых с функциями бактерий в повседневной жизни. Благодаря этим учреждениям распространенное неправильное представление о

природе микроорганизмов и их связи с человеком постепенно вытесняется общим пониманием их разнообразных услуг. Есть все основания надеяться, что многие тысячи экземпляров этого небольшого руководства, которые были распространены и прочитаны, внесли существенный вклад в достижение этой цели. Если ее популярность является надежным критерием, то книга в полной мере выполнила свою задачу - в простой и прямой форме изложить широкому читателю основные факты бактериологии. Начиная с обсуждения природы бактерий, в ней показано их положение в масштабе растительной и животной жизни. В средних главах описываются функции бактерий в искусстве, на молочных заводах и в сельском хозяйстве. В заключительных главах обсуждается связь бактерий с болезнями и методы, с помощью которых новая и развивающаяся наука профилактической медицины борется с их опасными свойствами и противодействует им.

ИЮЛЬ 1915 года.

Содержание.

I.—БАКТЕРИИ КАК РАСТЕНИЯ

Исторический.—Форма бактерий.—Размножение бактерий.—Образование спор.—Движение.—Внутреннее строение.— Животные или растения?— Классификация.—Вариации.—Где водятся бактерии.

II.РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНИКИ.

Мацерационная промышленность.—Льняная.—Джутовая.—Конопляная.—Губчатая.—Кожевенная. —Ферментативная промышленность.—Уксусно—Молочная кислота.—Масляная кислота.— Бактерии при отверждении табака.—Неприятные ферментации.

III.БАКТЕРИИ В МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТАХ.

Источники бактерий в молоке.—Влияние бактерий на молоко. — Бактерии, используемые при производстве масла.—Бактерии при производстве сыра.

IV.—БАКТЕРИИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРОЦЕССАХ.

Бактерии как падальщики.—Бактерии как агенты в пищевом цикле природы.—Связь бактерий с сельским хозяйством.—Прорастание семян. —Бункер.—Плодородие почвы.—Бактерии как источники неприятностей для фермера.—Образование угля.

V.—ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ БАКТЕРИИ И ИХ СВЯЗЬ С БОЛЕЗНЬЮ

Способ возникновения болезни.—Патогенные микробы, не являющиеся строго паразитическими.—Патогенные микробы, являющиеся настоящими паразитами.—Какие заболевания вызываются бактериями.—Вариабельность патогенных сил.— Восприимчивость индивида.—Выздоровление после бактериологических заболеваний.—Заболевания, вызываемые организмами, отличными от бактерий.

VI.—МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПАРАЗИТИЧЕСКИМИ БАКТЕРИЯМИ

Профилактическая медицина.—Бактерии в хирургии.—Профилактика путем прививки.—
Пределы профилактической медицины.—Лечебная медицина. —Лекарства -Vis medicatrix
naturae.—Антитоксины и их применение.— Заключение.

ИСТОРИЯ МИКРОБНОЙ ЖИЗНИ.

ГЛАВА I.

БАКТЕРИИ КАК РАСТЕНИЯ.

В течение последних пятнадцати лет предметом бактериологии [Примечание: термин "микроб" - это просто слово, которое было придумано для обозначения всех микроскопических растений, обычно включаемых в термины "бактерии" и "дрожжи".] она развивалась с поразительной быстротой. В начале девятого десятилетия века о бактериях почти ничего не слышали за пределами научных кругов, и о них было очень мало известно даже среди ученых. Сегодня они стали почти нарицательными, и каждый, кто их читает, начинает понимать, что они имеют важное отношение к его повседневной жизни. Организмы, называемые бактериями, составляют просто небольшой класс низших растений, но эта небольшая группа оказалась настолько важной в своем отношении к миру в целом, что ее изучение мало-помалу оформилось в самостоятельную науку. Это несколько аномальный факт, что особая отрасль науки, интересующая такое большое количество людей, должна развиваться вокруг небольшой группы низших растений. Важность бактериологии обусловлена не каким-либо значением бактерий как растений или как представителей растительного царства, а исключительно их способностью производить глубокие изменения в Природе. Нет ни одного семейства растений, которое могло бы сравниться с ними по значимости. Цель этой работы - вкратце указать, сколь многим как хорошим, так и плохим мы обязаны жизни и росту этих микроскопических организмов. По мере того как мы узнавали о них все больше и больше в течение последних пятидесяти лет, становилось все более и более очевидным, что этот небольшой класс микроскопических растений занимает место в природных процессах, которое в некоторых отношениях уравнивает место, занимаемое всеми зелеными растениями в целом. Какими бы незначительными они ни были, их важность трудно переоценить, ибо на их деятельности основана дальнейшая жизнь животного и растительного царства. Как к добру, так и ко злу, они являются агентами непрекращающейся и почти неограниченной власти.

ИСТОРИЧЕСКИЙ.

Изучение бактерий практически началось с использования микроскопа. Ближе к концу семнадцатого века голландский микроскопист Левенгук, работая со своими простыми линзами, впервые увидел организмы, которые мы теперь знаем под этим названием, с достаточной ясностью, чтобы описать их. Однако, помимо упоминания об их существовании, его наблюдения мало что сказали или вообще ничего не сказали. Большого нельзя сказать и об исследованиях, которые последовали в течение следующих ста пятидесяти лет. В течение этого долгого периода многие микроскопы были обращены к наблюдению за этими мельчайшими организмами, но большинство наблюдателей довольствовались простым созерцанием их, восхищением их миниатюрностью и многочисленными восклицаниями изумления перед

чудесами Природы. Несколько человек более строго научной природы обратили некоторое внимание на эти маленькие организмы. Среди них, возможно, следует упомянуть фон Глейхена, Мюллера, Спалланцани и Нидхэма. Каждый из них, как и другие, внес определенный вклад в наши знания о микроскопической жизни, и среди прочих организмов изучались те, которые мы сейчас называем бактериями. В те ранние времена даже высказывались предположения о возможной причинно-следственной связи этих организмов с болезнями, и на некоторое время медики заинтересовались этим предположением. Однако тогда было невозможно получить какие-либо доказательства истинности этого предположения, и оно было отброшено как необоснованное и даже полностью забыто, пока не возродилось снова примерно в середине 19 века. Однако в течение этого удивительного столетия в изучении микроскопических организмов была введена достаточная точность, требующая использования названий, и мы находим, что Мюллер использовал названия *Monas*, *Proteus*, *Vibrio*, *Bacillus* и *Spirillum*, названия, которые все еще продолжают использоваться, хотя обычно имеют значение, отличное от того, которое придал им Мюллер. Мюллер действительно провел исследование, достаточное для того, чтобы распознать несколько различных типов, и попытался классифицировать эти тела. Они не считались особо важными, а просто самыми мельчайшими из известных организмов.

Однако из этой работы не вышло ничего важного, отчасти из-за неадекватности микроскопов того времени, а отчасти из-за непонимания реальных проблем, о которых шла речь. Когда мы вспоминаем мельчайшие размеры бактерий, невозможность изучать какую—либо из них более нескольких мгновений за раз - фактически ровно столько, сколько за ними можно проследить под микроскопом; когда мы вспоминаем также несовершенство составных микроскопов, которые делали практически невозможным использование мощных микроскопов; и, прежде всего, когда мы осознаем расплывчатость идей, которые пронизывали всех ученых относительно необходимости точного наблюдения в отличие от умозаключений, неудивительно, что последнее столетие не дало нам никаких знаний о бактериях, кроме простого факта существования некоторых чрезвычайно мельчайших организмов. в различных разлагающихся материалах. 19 век также мало что добавил к этому вплоть до его середины. Это правда, что в начале века микроскоп был значительно усовершенствован, и поскольку это усовершенствование послужило решающим стимулом для изучения микроскопической жизни, среди других изучаемых организмов некоторое внимание привлекли бактерии. Эренберг, Дюжарден, Фукс, Перти и другие оставили след своих работ в бактериологии еще до середины века. Верно, что Шванн проникательно сделал выводы относительно связи микроскопических организмов с различными процессами ферментации и гниения — выводы, которые, хотя и не были приняты в то время, впоследствии оказались правильными. Это правда, что Фукс тщательно изучил инфекцию, вызванную "голубым молоком", и пришел к правильному выводу, что инфекция была вызвана микроскопическим организмом, который он обнаружил и тщательно изучил. Верно, что Генле выдвинул общую теорию относительно связи таких организмов с болезнями и указал на логически необходимые шаги для демонстрации причинно-следственной связи между любым организмом и болезнью. Верно также, что была выдвинута общая теория производства всех видов ферментации живыми организмами. Но все эти предположения произвели мало впечатления. С одной стороны, бактерии сами по себе не были признаны классом организмов — их, по сути, не отличали от дрожжей или других мельчайших животных организмов. Никто не сомневался в их разнообразии и не понимал их значения. Как микроскопические организмы, не было причин считать их более важными, чем любые другие мелкие животные или растения, а их чрезвычайная миниатюрность и простота

делали их малоинтересными для микроскописта. С другой стороны, их причинно-следственная связь с процессами брожения и гниения была полностью затемнена подавляющим авторитетом химика Либиха, который считал, что брожение и гниение - это просто химические процессы. Либих настаивал на том, что все альбуминоидные тела находятся в состоянии химически нестабильного равновесия и, если их предоставить самим себе, распадутся на куски без какой-либо необходимости в действиях микроскопических организмов. Сила авторитета Либиха и блеск его изложений привели к широкому признанию его взглядов и временной неясности связи микроскопических организмов с процессами брожения и гниения. Возражения против взглядов Либиха почти не были замечены, а сила экспериментов Шванна молчаливо игнорировалась. Таким образом, до шестого десятилетия века эти организмы, которые с тех пор стали основой новой отрасли науки, едва ли выходили из безвестности.

Несколько микроскопистов признавали их существование, точно так же, как они признавали любую другую группу мелких животных или растений, но даже при этом они не рассматривали их как отдельную группу. Накапливалось все большее число наблюдений, указывающих на вероятную причинно-следственную связь между бродильными и гнилостными процессами и ростом микроскопических организмов; но эти наблюдения были известны лишь немногим и игнорировались большинством ученых.

Именно Луи Пастер вывел бактерии на первый план, и именно благодаря его трудам эти организмы были спасены из тени научных публикаций и стали объектами всеобщего и исключительного интереса. Именно Пастер первым успешно опроверг химическую теорию ферментации, показав, что белковое вещество не имеет врожденной склонности к разложению. Именно Пастер первым ясно продемонстрировал, что эти маленькие тельца, как и все более крупные животные и растения, возникают только путем обычных методов размножения, а не путем какого-либо самопроизвольного зарождения, как утверждалось ранее. Пастер первым доказал, что такое распространенное явление, как скисание молока, вызвано микроскопическими организмами, растущими в молоке. Пастеру первому удалось продемонстрировать, что определенные виды микроскопических организмов являются причиной определенных заболеваний, и предложить успешные методы их предотвращения. Все эти открытия были сделаны в быстрой последовательности. В течение десяти лет с тех пор, как его имя стало звучать в этой связи среди ученых, тема развивалась так быстро, что стало очевидно, что это новая тема, имеющая важное значение для научного мира, если не для широкой общественности. Другие важные открытия, сделанные Пастером, не являются нашей целью упоминать здесь. Его притязания на то, чтобы считаться основателем бактериологии, будут признаны из того, что уже было упомянуто. Дело было не в том, что он первым открыл организмы или впервые изучил их; дело было не в том, что он первым предположил их причинную связь с брожением и болезнями, но это произошло потому, что он впервые поставил предмет на прочную основу, доказав жестким экспериментом некоторые предположения, сделанные другими, и таким образом обратил внимание науки на изучение микроорганизмов.

После того, как важность предмета была продемонстрирована Пастером, другие обратили свое внимание в том же направлении, либо с целью проверки, либо опровержения взглядов Пастера. Однако прогресс был не очень быстрым, поскольку бактериологические эксперименты оказались предметом необычайных трудностей. Бактерии еще не были признаны группой организмов, достаточно обособленных, чтобы их можно было сгруппировать самостоятельно, но даже Пастер поначалу путал их с дрожжами. Как отдельная группа организмов они были впервые выделены Хоффманом в 1869 году, с тех пор термин "бактерии", применяемый к этой

особой группе организмов, все больше и больше входит в обиход. Исследования были настолько трудными, что в течение многих лет вряд ли нашелся бы кто-нибудь, кроме Пастера, кто мог бы успешно справиться с этим предметом и прийти к выводам, которые выдержали бы испытание временем. В течение следующих тридцати лет, хотя число исследователей и следственных действий продолжало увеличиваться, мы мало что могли найти, кроме споров и путаницы по этому поводу. Трудность получения для эксперимента какого-либо одного вида бактерий самого по себе, не смешанного с другими (чистыми культурами), делала продвижение вперед практически невозможным. Результаты были настолько противоречивыми, что вскоре весь предмет пришел в почти безнадежное замешательство, и было предпринято очень мало шагов на сколько-нибудь надежной основе. Методы были настолько сложными, результаты настолько противоречивыми и запутанными из-за нечистых культур, что современному студенту, желающему ознакомиться с предыдущими открытиями практически в любой области бактериологии, вряд ли нужно возвращаться к 1880 году, поскольку он может быть почти уверен, что все, сделанное ранее, скорее было ошибочным, чем правильным.

Однако за последние пятнадцать лет произошли замечательные перемены. Трудности были в основном связаны с методами работы, и в девятом десятилетии века Роберт Кох упростил эти методы. Это упрощение метода впервые сделало это направление исследований доступным для ученых, которые не обладали гениальностью Пастера. Теперь стало возможным легко получать чистые культуры и получать с помощью таких чистых культур единообразные и простые результаты. Теперь стало возможным предпринять шаги, на которых лежала печать точности и которые не были опровергнуты дальнейшими экспериментами. С того времени, когда эти методы стали, таким образом, управляемыми, изучение бактерий расширилось с поразительной быстротой, а накопленная информация стала почти устрашающей. Сама скорость, с которой продвигались исследования, внесла значительную путаницу из-за того факта, что у новых открытий не было времени должным образом ассимилироваться в знания. Сегодня известно много фактов, значение которых все еще остается неопределенным, и четкое логическое обсуждение фактов современной бактериологии невозможно. Но накоплено и переработано достаточно знаний, чтобы показать нам, по крайней мере, направление, в котором движется бактериологический прогресс, и именно указанию этих направлений будут посвящены следующие страницы.

ЧТО ТАКОЕ БАКТЕРИИ?

Наиболее интересные факты, связанные с предметом бактериологии, касаются сил и влияния в Природе, которыми обладают бактерии. Морфологическая сторона предмета достаточно интересна ученому, но только ему одному. Тем не менее, невозможно пытаться изучать способности бактерий, не зная кое-что о самих организмах. Чтобы понять, как они начинают играть важную роль в природных процессах, мы должны сначала знать, как они выглядят и где встречаются. Поэтому вначале необходимо будет кратко рассмотреть некоторые морфологические факты.

ФОРМА БАКТЕРИЙ.

По форме бактерии представляют собой простейшие из мыслимых структур. Хотя существуют сотни различных видов, они имеют только три основные формы, которые удачно сравниваются с бильярдными шарами, грифельными карандашами и штопорами. Сферы, стержни и спирали представляют все формы. Сферы могут быть большими или маленькими и могут группироваться

различными способами; стержни могут быть длинными или короткими, толстыми или тонкими; спирали могут быть неплотно или плотно намотаны и могут иметь только один или два или может быть много витков, и они могут быть гибкими или жесткими; но все же стержни, сферы и спирали относятся ко всем типам.

По размеру есть некоторые различия, хотя и не очень большие. Все они чрезвычайно мелкие и никогда не видны невооруженным глазом. Размеры сфер варьируются от 0,25 и до 1,5 μ (от 0,000012 до 0,00006 дюйма). Стержни могут иметь диаметр не более 0,3 μ м или ширину от 1,5 до 2,5 μ м, а по длине варьироваться от длины, едва превышающей их диаметр, до длинных нитей. Примерно то же самое можно сказать и о спиральных формах. Они, несомненно, являются самыми маленькими живыми организмами, которые удалось обнаружить с помощью наших микроскопов.

В их методе роста мы находим одну из наиболее характерных черт. Они повсеместно обладают способностью к умножению путем простого деления. Каждая особь удлиняется изатем делится посередине на две одинаковые половинки, в каждой из которых затем повторяется процесс. Этот метод размножения простым делением является отличительным признаком, который отделяет бактерии от дрожжей, причем последние размножаются в процессе, известном как почкование. Рис. На рис. 2 показаны эти два метода умножения.

В то время как все бактерии, таким образом, размножаются делением, определенные различия в деталях приводят к довольно разительным различиям в результатах. Рассматривая сначала сферические формы, мы обнаруживаем, что некоторые виды делятся, как описано, на два, которые отделяются сразу, и каждый из которых, в свою очередь, делится в противоположном направлении, называемом *Micrococcus* (рис. 3). Другие виды делятся только в одном направлении. Часто они не отделяются после деления, а остаются прикрепленными. Однако каждый из них снова удлиняется и снова делится, но все по-прежнему остаются прикрепленными. Таким образом, образуются длинные цепочки сфер, похожих на нитки бусин, называемых стрептококками (рис. 4). Другие виды делятся сначала в одном направлении, затем под прямым углом к первому делению, а за ним следует третье деление под прямым углом к плоскости первых двух, образуя таким образом сплошные группы из четырех, восьми или шестнадцати особей (рис. 5), называемые сарцинами. Каждый отдельный вид бактерий уникален в своем методе деления, и эти различия, следовательно, указывают на различия в видах, или, согласно нашему нынешнему методу классификации, различные методы деления представляют разные роды. Все бактерии, продуцирующие цепочки *Streptococcus*, образуют единый род *Streptococcus*, а все те, которые делятся в трех плоскостях деления, образуют другой род, *Sarcina* и т.д.

Палочковидные бактерии также несколько отличаются, но в меньшей степени. Они почти всегда делятся в плоскости под прямым углом к своему самому длинному размеру. Но и здесь мы обнаруживаем, что некоторые виды отделяются сразу после деления и, таким образом, всегда появляются в виде коротких стержней (рис. 6), в то время как другие остаются прикрепленными после деления и образуют длинные цепочки. Иногда кажется, что они продолжают увеличиваться в длину, не проявляя никаких признаков деления, и таким образом образуются длинные нити (рис. 7). Однако эти нити, по крайней мере потенциально, представляют собой длинные цепочки из коротких стержней, и при надлежащих условиях они распадаются на такие короткие стержни, как показано на рис. 7а. Иногда вид стержней может

делиться по длине, но это редко. Точно то же самое можно сказать и о спиральных формах. Здесь также мы находим короткие стержни и длинные цепочки, или длинные спиральные нити, в которых не видно разделения на более короткие элементы, но которые при определенных условиях распадаются на короткие участки.

БЫСТРОТА РАЗМНОЖЕНИЯ.

Именно эта способность к размножению путем деления делает бактерии возбудителями такого значения. Их крошечный размер делал бы их достаточно безвредными, если бы не необычайная способность к размножению. Такая способность к росту и делению почти невероятна. Было обнаружено, что некоторые виды, за которыми тщательно наблюдали под микроскопом, при благоприятных условиях растут так быстро, что делятся каждые полчаса или даже реже. Количество потомства, которое могло бы появиться в течение двадцати четырех часов при такой скорости, конечно, легко подсчитать. За один день каждая бактерия произвела бы более 16 500 000 потомков, а за два дня - около 281 500 000 000. Далее было подсчитано, что эти 281 500 000 000 бактерий образовали бы примерно пинту твердых частиц и весили бы около фунта. К концу третьего дня общее количество потомков достигнет 47 000 000 000 000 000 и будет весить около 16 000 000 фунтов. Конечно, эти числа не имеют никакого значения, поскольку они никогда не являются действительными или даже возможными числами. Задолго до того, как потомство достигнет хотя бы миллионной численности, скорость его размножения сдерживается либо недостатком пищи, либо накоплением их собственных выделяемых продуктов, которые для них вредны. Но цифры действительно представляют интерес, поскольку они слабо показывают, какой неограниченной способностью к размножению обладают эти организмы, и, таким образом, показывают нам, что, имея дело с бактериями, мы имеем дело с силами почти бесконечного масштаба.

Эта удивительная способность к росту объясняется главным образом тем фактом, что бактерии питаются высокоорганизованной пищей, которая уже готова к усвоению. Большинство растений должны сами производить себе пищу из более простых веществ, таких как диоксид углерода (CO_2) и вода, но бактерии, как правило, питаются сложным органическим материалом, уже приготовленным предыдущей жизнью растений или животных. По этой причине они могут расти быстрее, чем другие растения. Поскольку они не обязаны сами добывать себе пищу, как большинство растений, и не ищут ее, как животные, но живут среди нее, скорость их роста и размножения ограничена только их способностью захватывать и ассимилировать эту пищу. Поскольку они растут в таких массах пищи, они вызывают определенные химические изменения, происходящие в ней, изменения, несомненно, непосредственно связанные с использованием ими этого материала в качестве пищи. Признавая, что они действительно вызывают химические изменения в пищевых материалах, и помня об этой удивительной силе роста, мы готовы поверить, что они способны производить изменения везде, где они закрепляются и начинают расти. Их способность питаться сложной органической пищей и производить в ней химические изменения, вместе с их удивительной способностью усваивать этот материал в качестве пищи, делают их чрезвычайно важными агентами в Природе.

РАЗЛИЧИЯ МЕЖДУ РАЗНЫМИ ВИДАМИ БАКТЕРИЙ.

Таким образом, хотя бактерии очень просты по форме, есть несколько других незначительных различий в деталях, которые помогают их различать. Стержни иногда очень тупые на концах, почти как будто разрезанные квадратно поперек, в то время как у других видов они более

округлые и иногда слегка сужающиеся. Иногда они окружены тонким слоем какого-либо студенистого вещества, которое образует так называемую капсулу (рис. 10). Эта капсула может соединять их и служить цементом, предотвращающим распад отдельных элементов цепочки.

Иногда такой студенистый секрет объединяет большие массы бактерий в скопления, которые могут плавать на поверхности жидкости, в которой они растут, или опускаться на дно. Такие массы называются зооглеями, и их общий вид служит одним из признаков для различения различных видов бактерий (рис. 10, а и б). При выращивании в твердой среде, такой как питательная жидкость, загустевшая с помощью желатина, разные виды по-разному распространяются из центральной точки своего происхождения. Одиночная бактерия, находящаяся посреди такой застывшей массы, будет питаться ею и быстро производить потомство; но эти потомки, не имея возможности перемещаться по желатину, останутся сбитыми в кучу, которую бактериолог называет колонией. Но их метод кластеризации из-за различных методов роста отнюдь не всегда одинаков, и эти колонии демонстрируют большие различия в общем внешнем виде. Однако различия, по-видимому, постоянны для одних и тех же видов бактерий, и, следовательно, форма и внешний вид колонии позволяют бактериологам различать разные виды (рис. II). Все эти различия имеют практическое значение для бактериолога при различении видов.

ОБРАЗОВАНИЕ СПОР.

В дополнение к своей способности размножаться простым делением, многие виды бактерий обладают вторым методом - с помощью спор. Споры - это особые округлые или овальные частицы бактериальной протоплазмы, способные противостоять неблагоприятным условиям, которые уничтожили бы обычные бактерии. Они возникают у бактерий двумя различными способами.

Эндогенные споры.—Эти споры возникают внутри стержней или спиральных форм (рис. 12). Сначала они появляются в виде небольших зернистых масс или в виде темных точек, которые постепенно становятся отличными от остальной части стержня. В конце концов, таким образом, внутри стержня образуется прозрачная, с высоким преломлением света, сферическая или овальная спора, которая может быть даже большего диаметра, чем образующий ее стержень, что приводит к его разбуханию и формированию веретена [рис. 12 в]. Эти споры могут образовываться в середине или на концах стержней (рис. 12). При их образовании они могут израсходовать всю протоплазму палочки, или они могут использовать только небольшую ее часть, при этом палочка, которая их образует, продолжает свою деятельность, несмотря на образование спор внутри нее. Они всегда прозрачны и обладают высокой преломляющей способностью из-за того, что содержат мало воды, и они не так легко впитывают окрашивающий материал, как обычные стержни. Кажется, что они покрыты слоем какого-то вещества, которое противостоит появлению пятен, а также позволяет им противостоять различным внешним воздействиям. Это защитное покрытие вместе с небольшим количеством воды позволяет им выдерживать практически любое высыхание, высокую температуру и многие другие неблагоприятные условия. Обычно споры вырываются из стержня, и производящий их стержень погибает, хотя иногда стержень может продолжать свою активность даже после образования спор.

Членистоногие споры (?).—Некоторые виды бактерий не продуцируют споры, как только что описано, но могут давать начало телам, которые иногда называют артрспорами. Эти тела

сформированы в виде коротких сегментов стержней. Длинный стержень иногда может распадаться на несколько коротких округлых элементов, которые прозрачны и, по-видимому, обладают несколько повышенной способностью противостоять неблагоприятным условиям. То же самое может происходить и с шаровидными формами, которые лишь в редких случаях образуют эндогенные споры. Среди сфер, образующих цепочку стрептококков, некоторые иногда могут немного отличаться от остальных. Они немного крупнее и, как считалось, обладают повышенной сопротивляемостью, как у настоящих спор (рис. 13 б). Однако весьма сомнительно, правильно ли рассматривать эти тела как споры. Нет убедительных доказательств того, что они обладают какой-либо особой способностью сопротивляться нагреванию, подобно эндогенным спорам, и бактериологи в целом склонны рассматривать их просто как покоящиеся клетки. Термин "артроспоры" был дан им для обозначения того, что они сформированы в виде суставов или сегментов, и этот термин может быть удобным для сохранения, хотя рассматриваемые тела не являются настоящими спорами.

Тем не менее, у некоторых специфических бактерий наблюдается иной метод образования спор. В этом случае (рис. 14) протоплазма в большой нити распадается на множество мельчайших сферических телец, которые в конце концов находят выход. Образующиеся таким образом споры могут быть не все одинаковыми, поскольку заметны различия в размере. Такой способ спорообразования встречается только у нескольких особых форм бактерий.

Вопрос о спорообразовании служит одним из критериев для различения видов. Некоторые виды не образуют спор, по крайней мере, ни при каких условиях, в которых они изучались. Другие легко образуют их практически в любых условиях, а третьи, опять же, только при особых условиях, неблагоприятных для их жизни. Способ образования спор всегда одинаков для любого отдельного вида. Каким бы ни был метод образования споры, ее назначение в жизнедеятельности бактерии всегда одно и то же. Она служит средством поддержания жизни вида в неблагоприятных условиях. Его способность противостоять нагреванию или высыханию позволяет ему жить там, где обычные активные формы были бы быстро уничтожены. Некоторые из этих спороспособны короткое время выдерживать нагрев до 180 градусов по Цельсию (360 градусов по Фаренгейту) и кипящую воду, которой они могут долго противостоять. Такие споры, помещенные впоследствии в благоприятные условия, прорастут и возобновят бактериальную активность.

ДВИЖЕНИЕ.

Некоторые виды бактерий обладают способностью к активному движению, и можно увидеть, как они быстро перемещаются туда-сюда в жидкости, в которой они растут. Это движение производится жгутиками, которые выступают из тела. Эти жгутики (рис. 15) возникают из мембраны, окружающей бактерию, но имеют тесную связь с протоплазматическим содержимым. Их распределение различно у разных видов бактерий. У некоторых видов есть один жгутик на одном конце (рис. 15 а). У других по одному на каждом конце (рис. 15 б). Другие, опять же, имеют, по крайней мере непосредственно перед делением, пучок на одном или обоих концах (рис. 15 с и d), в то время как другие, опять же, имеют множество жгутиков, густо распределенных по всему телу (рис. 15 е). Эти жгутики перемещаются взад и вперед в жидкости, и эти жгутики служат для продвижения бактерий по жидкости.

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА.

Вряд ли возможно что-либо сказать о строении бактерий, помимо описания их внешних форм. При всех подробно упомянутых вариациях они необычайно просты, и все, что можно увидеть, - это их внешнюю форму. Конечно, у них есть какая-то внутренняя структура, но мы очень мало знаем о ней. Некоторые микроскописты описали определенные явления, которые, по их мнению, указывают на внутреннюю структуру. На рис. 16 показаны некоторые из этих явлений. Однако этот вопрос пока очень неясен. Бактерии, по-видимому, имеют мембранную оболочку, которая иногда имеет целлюлозную природу. Внутри нее находится протоплазма, которая имеет различные неопределенные проявления. Некоторые микроскописты думали, что они могут найти ядро, и рассматривали бактерии как клетки с заключенными ядрами (рис. 10 а и 15 f). Другие рассматривали всю бактерию как ядро без какой-либо протоплазмы, в то время как другие, опять же, пришли к выводу, что обнаруженная внутренняя структура - это не что иное, как видимость, представленная физическим расположением протоплазмы. Хотя мы можем полагать, что у них есть какая-то внутренняя структура, мы должны признать, что до сих пор микроскописты не смогли ее разгадать. Короче говоря, бактерии после двух столетий изучения предстают перед нами примерно такими, какими они были вначале. Их все еще следует описывать как крошечные сферы, стержни или спирали, без дальнейшей различимой структуры, иногда подвижные, а иногда неподвижные, иногда производящие споры, а иногда нет, и повсеместно размножающиеся путем двойного деления. При всем развитии современного микроскопа мы вряд ли можем сказать больше, чем это. Наш прогресс в изучении бактерий почти полностью связан с методами их выращивания и эффектами, которые они производят в природе.

ЖИВОТНЫЕ ИЛИ РАСТЕНИЯ?

В прошлом возникал немалый вопрос о том, следует ли справедливо относить бактерии к растениям или к животным. У них, безусловно, есть признаки, которые объединяют их с обоими. Их очень распространенная способность к активному независимому движению и их общая привычка питаться сложными телами в качестве пищи являются признаками животных и придают силу предположению, что они настоящие животные. Но их общая форма, способ роста и образования нитей, а также способ образования спор весьма похожи на растения. Их общая форма очень похожа на группу низкорослых зеленых растений, известных как осциллярии. На рис. 17 показана группа этих осциллярий, установлено сходство этой бактерии с некоторыми нитевидными бактериями. Однако осциллярии являются настоящими растениями и имеют зеленый цвет. Поэтому сегодня бактерии рассматриваются как низший тип растений, в которых нет хлорофилла. [Примечание: хлорофилл - это вещество, придающее растениям зеленую окраску.] но они родственны осцилляриям. Отсутствие хлорофилла вынудило их по-новому относиться к пище и вынуждает питаться сложными продуктами вместо простых, которые составляют пищу зеленых растений. Тогда мы можем без колебаний называть их растениями. Интересно отметить, что благодаря этой идее их место в органическом мире систематически сокращается до небольшого. Они не образуют класс сами по себе, а являются просто подклассом или даже семейством, причем семейством, тесно связанным с несколькими другими распространенными растениями. Но отсутствие хлорофилла и возникающая в результате этого своеобразная жизнь привели к любопытной аномалии. В то время как их ближайшие союзники известны только ботаникам и не представляют интереса вне их систематических связей, бактерии знакомы каждому и требуют пристального внимания сотен

исследователей. Именно отсутствие в них хлорофилла и, как следствие, зависимость от сложных пищевых продуктов привели к этой аномалии.

КЛАССИФИКАЦИЯ БАКТЕРИЙ.

Хотя в целом было признано, что бактерии - это растения, любая дальнейшая классификация оказалась делом больших трудностей, и бактериологам чрезвычайно трудно разработать способы различения видов. Их чрезвычайная простота затрудняет поиск точек, по которым можно распознать какой-либо вид. Но, несмотря на их сходство, нет сомнений в том, что существует множество различных видов. Бактерии, которые кажутся почти идентичными, под микроскопом обладают совершенно разными свойствами, и поэтому их следует рассматривать как отдельные виды. Но как их отличить, было загадкой. Микроскописты стали рассматривать различия в форме, размножении и образовании спор как информацию, достаточную для того, чтобы разделить бактерии на роды. Род *Bacillus*, например, - это название, данное всем палочковидным бактериям, которые образуют эндогенные споры и т.д. Но для выделения более мелких подразделений было обнаружено, что необходимо обратиться к другим признакам, таким как форма колонии, образующейся в твердом желатине, способность вызывать заболевание или окислять нитриты и т.д. Таким образом, в настоящее время различные виды различаются скорее по их физиологическим, чем морфологическим признакам. Это неудовлетворительная основа классификации, которая внесла много путаницы в попытки классифицировать бактерии. Проблема определения видов бактерий сегодня является очень сложной, и с помощью наших лучших методов она все еще неудовлетворительно решена. Несколько видов с выраженными признаками хорошо известны, и их сила действия настолько хорошо изучена, что их можно легко распознать; но из огромного множества изученных бактерий над подавляющим большинством проводились столь незначительные эксперименты, что их признаки неизвестны, и поэтому невозможно отличить многие из них друг от друга. Мы обнаруживаем, что каждый бактериолог, работающий в какой-либо специальной области, обычно ведет список обнаруженных им бактерий с теми данными о них, которые он собрал. Такой список ценен для него, но обычно не представляет особой ценности для других бактериологов из-за недостаточности данных. Таким образом, большая часть различных видов бактерий, описанных сегодня в литературе, были обнаружены и изучены только одним исследователем. Им они были описаны и, возможно, названы. Вполне вероятно, что один и тот же вид мог быть обнаружен двумя или тремя другими бактериологами, но из-за сложности сравнения результатов и неполноты описаний идентичность видов не установлена, и они, вероятно, снова описаны под разными названиями. Один и тот же процесс может повторяться снова и снова, пока один и тот же вид бактерий не станет известен под несколькими разными названиями, поскольку он был изучен разными наблюдателями.

РАЗНОВИДНОСТЬ БАКТЕРИЙ.

Этот вопрос становится еще более запутанным из-за того факта, что любой вид бактерий может демонстрировать большую или меньшую вариабельность. В какой-то период истории бактериологии, длившийся много лет, было распространено мнение, что среди бактерий нет постоянства, но что один и тот же вид может принимать практически любую из различных форм и обликов и обладать различными свойствами. Некоторые рассматривали бактерии как этапы в истории жизни высших растений. Этот вопрос о том, остаются ли бактерии постоянными по своим свойствам в течение сколь-нибудь значительного периода времени, всегда занимал

видное место среди бактериологов, и даже сегодня мы вряд ли знаем, каким будет окончательный ответ. Совершенно случайно было продемонстрировано, что некоторые виды могут изменять свои физиологические характеристики. Болезнетворные бактерии, например, при определенных условиях теряют способность вызывать заболевания. Виды, у которых скисает молоко, или другие, которые окрашивают желатин в зеленый цвет, могут утратить свои свойства. Теперь, поскольку именно на такие физиологические признаки, как эти, мы должны опираться, чтобы отделить различные виды бактерий друг от друга, будет видно, что большая путаница и неопределенность приведут к нашим попыткам определить виды. Кроме того, было доказано, что иногда в истории жизни определенных видов бактерий происходят более или менее метаморфозы. Один и тот же вид может образовывать короткий стержень, или длинную нить, или распадаться на сферические споры, и, таким образом, либо короткий стержень, либо нить, либо сферическая форма могут принадлежать одному и тому же виду. Другие виды могут быть подвижными в одно время и стационарными в другое, в то время как в третий период это простая масса сферических спор. Сферическая форма, когда она удлиняется перед делением, выглядит как короткий стержень, а форма короткого стержня после деления может быть настолько короткой, что выглядит как сферический организм.

Учитывая все эти причины путаницы, не стоит удивляться тому, что не было достигнуто удовлетворительной классификации бактерий или что разные бактериологи не пришли к единому мнению относительно того, что представляет собой тот или иной вид, или идентичны ли две формы или нет. Но при всей этой путанице постепенно получается нечто вроде системы. Несмотря на то, что виды могут изменяться и проявлять разные свойства в разных условиях, фундаментальное постоянство видов сегодня повсеместно признано как факт. Представители одного и того же вида могут проявлять разные свойства в разных условиях, но считается, что при идентичных условиях эти свойства будут постоянными. Преобразовать один вид в другой так же невозможно, как это возможно среди высших порядков растений. Считается, что бактерии сами по себе образуют группу растений, и их не следует рассматривать как этапы в истории высших растений. Считается, что наряду со значительной изменчивостью и иногда несколько продолжительной историей жизни со сменяющимися друг друга стадиями, существует также существенное постоянство. Была составлена систематическая классификация, которая становится более или менее удовлетворительной. Мы постоянно узнаем все больше и больше персонажей, так что разные наблюдатели могут узнать их в разных местах. Все, кто работает с бактериями, убеждены, что, несмотря на трудности, это только вопрос времени, когда у нас будет настолько полная классификация и описание бактерий, чтобы точно охарактеризовать различные виды.

Даже при наших нынешних неполных знаниях о том, что характеризует тот или иной вид, необходимо использовать некоторые названия. Бактериям обычно дают общее название, основанное на их микроскопическом виде. Есть только несколько таких названий. Микрококк, Стрептококк, Стафилококк, Сарцина, Бактерия, Бацилла, Спирилла - все эти названия широко используются применительно к обычным бактериям. Есть несколько других, менее часто используемых. К этому общему названию обычно добавляется конкретное название, основанное на некоторых физиологических признаках. Например, *Bacillus typhosus* - это название, данное бацилле, вызывающей брюшной тиф. Такие названия очень полезны, когда вид является обычным и хорошо известным, но имеют сомнительную ценность для менее известных видов. Часто случается, что бактериолог изучает бактерии, обнаруженные в определенной местности, и получает таким образом длинный список видов, до сих пор

неизвестных. В этих случаях обычно просто нумеруют эти виды, а не дают им названия. Этот метод часто является целесообразным, поскольку бактериолог редко может просмотреть всю бактериологическую литературу с достаточной точностью, чтобы определить, не обнаружил ли какой-нибудь другой бактериолог тот же вид в совершенно другой местности. Один бактериолог, например, обнаружил около семидесяти различных видов бактерий в разных сырах. Он изучает их достаточно для своих собственных целей, но недостаточно для того, чтобы определить, не находил ли какой-нибудь другой человек тот же самый вид, возможно, в молоке или воде. Поэтому он просто нумерует их — метод, который не дает никаких предположений относительно того, могут ли они быть новыми видами или нет. Этот метод позволяет избежать присвоения отдельных названий одному и тому же виду, обнаруженному разными наблюдателями, и есть надежда, что постепенно накапливающиеся знания со временем позволят сгруппировать воедино формы, которые действительно идентичны, но которые были описаны разными наблюдателями.

ГДЕ ВОДЯТСЯ БАКТЕРИИ.

Нет других растений или животных, столь широко распространенных в Природе, как бактерии. Именно это универсальное присутствие вместе с их огромной способностью к размножению придает им такое большое значение в Природе. Они существуют почти повсюду на поверхности земли. Они находятся в почве, особенно на ее поверхности. Однако они не проникают на очень большие глубины, и лишь немногие из них находятся ниже четырех футов почвы. На поверхности они очень многочисленны, особенно если почва влажная и насыщена органическими веществами. Их количество может варьироваться от нескольких сотен до ста миллионов на грамм. [Примечание: Один грамм равен пятнадцати зернам.] Почвенные бактерии различаются также по видам, около двух десятков различных видов были описаны как распространенные в почве. Они есть во всех водоемах, как на поверхности, так и под ней. Они встречаются на значительных глубинах океана. Они содержатся во всех водоемах с пресной водой, и все отложения в таких водоемах наполнены бактериями. В потоках проточной воды они присутствуют в еще большем количестве, чем в стоячей воде. Это происходит просто потому, что текущие ручьи постоянно снабжаются водой, которая омывает поверхность страны и таким образом уносит все поверхностные скопления. Озера или водохранилища, однако, стоя спокойно, позволяют бактериям осесть на дно, и вода, таким образом, несколько очищается. Они находятся в воздухе, особенно в населенных пунктах. Их численность наибольшая у поверхности земли и уменьшается в верхних слоях воздуха. Все, что имеет тенденцию поднимать пыль, значительно увеличивает количество бактерий в воздухе, а пыль и эманации от одежды людей, скопившихся в тесном помещении, наполняют воздух бактериями в очень большом количестве. Они содержатся в чрезмерном изобилии в каждом кусочке разлагающейся материи, где бы она ни находилась. Кучи навоза, трупы животных, гниющие деревья, грязь, ил и отбросы повсюду заполнены ими, потому что именно в таких местах они находят свою лучшую пищу. Тела животных содержат их во рту, желудке и кишечнике в огромном количестве, и это, конечно, в равной степени верно и для человека. На поверхности тела они оседают в большом количестве; прикрепляются к одежде, под ногтями пальцев, среди волос, во всех возможных расщелинах или укромных местах кожи и во всех выделениях. Однако они не встречаются ни в тканях здорового человека, ни в крови, мышцах, железах или любом другом органе. Однако выделения, такие как молоко, моча и т.д., всегда содержат их, поскольку бактерии существуют в протоках желез, которые выводят выделения наружу, и, таким образом, хотя бактерии никогда не попадают в саму здоровую железу, им всегда удается загрязнить

секрет, когда он выходит наружу. Не только высшие, но и низшие животные также имеют тела, более или менее покрытые бактериями. У мух они есть на лапках, у пчел в волосах и т.д.

Короче говоря, везде, где на поверхности Природы есть место для скопления пыли, всегда найдутся бактерии. В большинстве этих местностей они находятся в состоянии покоя или, по крайней мере, растут совсем немного. Бактерии, цепляющиеся за сухие волосы, могут расти очень мало, если вообще могут, а бактерии в чистой воде размножаются очень слабо. Высушенные в виде пыли, они полностью находятся в состоянии покоя. Но каждая отдельная бактерия или спора обладает уже замеченной потенциальной способностью к размножению, и как только она случайно попадает в место, где есть пища и влага, она начинает размножаться. Таким образом, повсюду в Природе существует эта группа организмов с ее почти непостижимой способностью к размножению, но эта способность сдерживается нехваткой пищи. Обеспечьте их пищей, и их потенциальные возможности станут реальными. Такая пища поступает из мертвых тел животных или растений, или из выделений животных, или из различных других источников. Бактерии, которым посчастливилось получить такой пищевой материал, продолжают питаться им до тех пор, пока не иссякнут запасы пищи или их рост не будет остановлен каким-либо другим способом. Таким образом, их можно рассматривать как постоянную и универсальную силу, которую обычно держат в узде. Благодаря своему универсальному присутствию и способности производить химические изменения в пищевых продуктах, они всегда готовы произвести изменения в облике Природы, и к этим изменениям мы сейчас и обратимся.

ГЛАВА II.

РАЗНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКТЕРИЙ В ИСКУССТВЕ.

Продукты, в которых живут бактерии, бесконечно разнообразны, почти каждый продукт животной или растительной жизни служит для удовлетворения их потребностей. Некоторые виды, по-видимому, нуждаются в нескольких определенных видах пищи и поэтому имеют довольно ограниченные условия жизни, но большинство может питаться большим разнообразием органических соединений. Когда они потребляют материал, который служит им пищей, они производят в нем химические изменения. Эти изменения в значительной степени носят характер, известный химикам как изменения при разложении. Под этим подразумевается, что бактерии, захватывая ингредиенты, из которых состоит их пища, химически разламывают их на куски. Молекула исходного пищевого вещества расщепляется на более простые молекулы, и таким образом изменяется химическая природа пищи. В результате соединения, которые появляются в разлагающемся растворе, обычно проще, чем исходные молекулы пищи. Такие продукты обычно называют продуктами разложения, или иногда продуктами расщепления. Иногда, однако, бактерии обладают, в дополнение к своей способности разрывать пищу на куски, еще одной способностью создавать другие соединения из фрагментов, таким образом, как накапливаясь, так и разрушаясь. Но, как бы они это ни делали, бактерии, размножаясь в любом пищевом материале, обладают способностью давать началомногочисленным продуктам, которых раньше не было в пищевой массе. Благодаря своей необычайной способности к размножению они способны производить эти изменения

очень быстро и могут за короткое время дать начало большому количеству специфических продуктов своего роста.

Именно этой способности производить химические изменения в своей пище бактерии обязаны всем своим значением в мире. Их способность химически разрушать пищевые продукты сама по себе имеет немалое значение, но продукты, которые образуются в результате этой серии химических изменений, имеют важное значение в мире, которое мы только начинаем осознавать. В нашей попытке описать роль, которую бактерии играют в нашей промышленности, а также в естественных процессах, мы заметим, что иногда они ценны просто за свою способность производить разложение; но их величайшая ценность заключается в том факте, что они являются важными агентами из-за продуктов своей жизнедеятельности.

Прежде всего, мы можем заметить, что в области искусства существует несколько отраслей, которые можно правильно классифицировать как отрасли мацерации, и все они основаны на способности бактерий к разложению. Вряд ли какое-либо животное или растительное вещество способно противостоять их смягчающему воздействию, и ремесленник полагается на эту силу в нескольких различных направлениях.

ПРЕИМУЩЕСТВА, ПОЛУЧАЕМЫЕ ОТ СПОСОБНОСТИ К РАЗЛОЖЕНИЮ.

Лен.—Лен состоит из определенных древесных волокон стебля льна. Стебель льна состоит не только из ценных волокон, но в основном из более хрупких древесных волокон, которые бесполезны. Однако ценные волокна настолько тесно связаны с древесиной и друг с другом, что их невозможно разделить никакими механическими средствами. Все клеточное вещество стебля связано воедино какими-то цементирующими веществами, которые удерживают его в компактной массе, вероятно, солью кальция и пектиновой кислоты. Искусство обработки льна - это процесс избавления от бесполезных древесных волокон и сохранения ценных, более длинных, жестких и особо ценных волокон, из которых затем изготавливается лен. Но чтобы отделить их, необходимо сначала размягчить всю ткань. Это всегда делается с помощью бактерий. Стебли льна после надлежащей подготовки подвергаются воздействию влаги и тепла, в результате чего вскоре развивается быстрый рост бактерий. Иногда для этого просто подставляют лен под росу и дождь и оставляют его таким образом на некоторое время. При другом способе стебли полностью погружают в воду и оставляют на десять-четырнадцать дней. При третьем способе вода, в которую погружают лен, нагревается с 75 до 90 градусов по Фаренгейту с добавлением определенных химикатов в течение примерно пятидесяти-шестидесяти часов. Во всех случаях эффект один и тот же. Влага и высокая температура вызывают рост бактерий, который протекает с большей или меньшей скоростью в зависимости от температуры и других условий. Таким образом, начинается гнилостная ферментация, которая размягчает клейкую субстанцию, удерживающую волокна вместе. Этот процесс известен как "замачивание", и после его завершения волокна легко отделяются друг от друга. Теперь чисто механический процесс позволяет легко отделять ценные волокна от волокон древесины. Весь процесс представляет собой типичную ферментацию. От ферментирующегося льна возникает неприятный запах, а жидкость после ферментации заполняется продуктами, из которых получается ценный навоз. Этот процесс до недавнего времени не был научно изучен. Однако в настоящее время известна палочка, которая производит "реттинг", и было показано, что "реттинг" представляет собой процесс разложения пектинового цемента. До сих пор не было

разработано способа отделения льняных волокон во льне от древесных волокон, который обходился бы без помощи бактерий.

Джут и конопля.—Почти точно такое же бактериальное действие используется при производстве джута и конопли. Коммерческий аспект джутовой промышленности превратился в масштабный, требующий многих миллионов долларов. Как и лен, джут представляет собой волокно внутренней коры растения и смешивается в коре с массой другого бесполезного волокнистого материала. Как и в случае с льном, ферментация с помощью бактерий является средством размягчения материала, позволяющим разъединить волокна. Этот процесс называется "замачиванием", как и при производстве льна. Детали процесса несколько отличаются. Обычно джут ферментируют в резервуарах со стоячей водой, хотя иногда ему дают настояться в речной воде в течение достаточного периода времени для размягчения. После начала ферментации джутовое волокно отделяется от древесины и приобретает достаточную гибкость и прочность, чтобы его можно было ткать в мешковину, ковры, занавески, скатерти и другие грубые ткани.

Практически тот же метод используется для отделения жестких волокон конопли. Растение конопля содержит несколько длинных гибких волокон, другие не представляют ценности, и бактериальная ферментация используется для размягчения тканей, чтобы их можно было отделить.

Кокосовое волокно, в чем-то похожий материал, получают из шелухи кокосового ореха тем же способом. Незрелой шелухе дают настояться и бродить в воде в течение длительного времени, в зависимости от того, требуется шесть месяцев или год. К этому времени шелуха настолько размягчается, что ее можно взбивать до тех пор, пока волокна не отделятся и их можно будет удалить. Впоследствии из нее делают ряд грубых изделий, особенно ценных своей прочностью. Дверные коврики, щетки, корабельные кранцы и т.д. Являются иллюстрациями того, какие изделия из них изготавливаются.

В каждом из этих процессов ферментация должна иметь тенденцию к размягчению желаемых волокон, а также связующего вещества. Гниение поражает все виды растительной ткани, и если это "вымачивание" продолжается слишком долго, то желаемая клетчатка явно повреждается из-за размягчающего эффекта ферментации. Вполне вероятно, что ферментация, даже при ее обычном проведении, оказывает некоторое незначительное вредное воздействие на волокна, и что, если бы можно было изобрести какое-нибудь чисто механическое средство для отделения волокна от древесины, из него получался бы более качественный материал. Но такие механические средства еще не были изобретены, и в настоящее время гнилостное брожение, по-видимому, является единственным практическим методом отделения волокон.

Губки.— Примерно аналогичное использование бактерий используется при промышленном приготовлении губок. Коммерческая губка - это просто волокнистый скелет морского животного. При жизни этот скелет полностью заполнен более мягкими частями животного, и, чтобы губка была пригодна для использования, от этого более мягкого органического материала необходимо избавиться. Это легко достигается путем гниения. Свежим губкам дают постоять на теплом солнце, и они очень быстро разлагаются. Бактерии проникают в губку и тщательно разлагают мягкие ткани. После такого непродолжительного разложения размягченные органические вещества легко вымываются из каркаса, и чистое волокно становится готовым к продаже.

Подготовка кожи.—Дубление кожи - это чисто химический процесс, и в некоторых процессах вся операция подготовки кожи является химической. Однако в других странах, особенно в Америке, бактерии вступают в действие на определенном этапе. С высушенной шкуры, которая поступает на кожевенный завод, сначала удаляются волосы вместе с кожей. Шкуру для этой цели необходимо увлажнить и размягчить. На некоторых кожевенных заводах для этого ее замачивают в химикатах. Однако на других ее кладут в воду и слегка нагревают до начала брожения. Ферментация размягчает его так, что наружную кожицу можно легко снять ножом, одновременно происходит удаление волос. Таким образом, бактериальное гниение на кожевенном заводе помогает подготовить кожу к надлежащему дублению. Даже при последующем дублении бактериальная ферментация, по-видимому, играет определенную роль, но о ней пока мало что известно.

Мацерация скелетов.—Изготовление скелетов для музеев и анатомического обучения в целом - не очень крупная отрасль промышленности, и все же она имеет важное значение. При изготовлении скелетов процесс мацерации обычно используется в качестве вспомогательного средства. Мацерация заключается просто в том, что скелету дают отмокнуть в воде на день или два после удаления основной массы мышц. Возникающее гниение настолько размягчает соединительные ткани, что кости можно легко очистить от мякоти.

Лимонная кислота.—Бактериальная ферментация используется также при обычном получении лимонной кислоты. Кислоту получают в основном из сока лимона. Из фруктов отжимают сок, а затем оставляют для брожения. Ферментация способствует отделению слизистой массы и, таким образом, позволяет получить лимонную кислоту в более чистом виде. Это действие, вероятно, аналогично процессам мацерации, описанным выше, хотя бактериологи еще не изучали его.

ПОЛЬЗА, ПОЛУЧАЕМАЯ ОТ ПРОДУКТОВ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ БАКТЕРИЙ.

Таким образом, хотя бактерии играют важную роль в нашей промышленности просто из-за их способности производить разложение, ценность их заключается прежде всего в продуктах их действия. Везде, где бактерии захватывают органическое вещество и питаются им, обязательно образуются новые химические соединения, возникающие в основном в результате разложения, но частично также и в результате конструктивных процессов. Эти новые соединения очень разнообразны. Разные виды бактерий ни в коем случае не производят одинаковые соединения, даже когда растут в одном и том же пищевом материале и разлагаются в нем. Более того, одни и те же виды бактерий могут давать разные продукты при выращивании в разных пищевых материалах. Некоторые соединения, образующиеся в результате таких процессов, ядовиты, другие безвредны. Некоторые из них газообразны, другие представляют собой жидкости. Некоторые имеют специфический запах, который можно узнать по запаху, исходящему от кусочков гниющего мяса. Другие имеют своеобразный вкус, о чем может свидетельствовать неприятный привкус мяса, находящегося на начальной стадии гниения. Чисто эмпирическим путем человечество изучило методы стимулирования разработки некоторых из этих продуктов и сегодня практически использует эту способность, которой обладают бактерии, для получения желаемых химических соединений. Отрасли, в которые инвестируются сотни миллионов долларов, основаны на продуктах жизнедеятельности бактерий, и они имеют гораздо более важное отношение к нашей повседневной жизни, чем принято считать. Во многих случаях ремесленник, зависящий от этого действия микроскопической жизни, не подозревает об этом

факте. Его процессы - это те, которые, как научил опыт, приводят к желаемым результатам, но, тем не менее, его зависимость от бактерий не менее фундаментальна.

БАКТЕРИИ В ФЕРМЕНТАТИВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Во-первых, мы можем отметить несколько различных примеров применения бактерий в различных ферментативных производствах, где их помощь более или менее ценна для человека. В некоторых из приведенных примеров влияние бактерий является глубоким и фундаментальным, в то время как в других оно носит лишь случайный характер. Ферментативные производства цивилизации огромны по размерам и стали важным фактором современной цивилизованной жизни. Большая часть ферментации основана на росте класса микроскопических растений, которые мы называем дрожжами. Бактерии и дрожжи являются микроскопическими растениями и, возможно, в некоторой степени тесно связаны друг с другом. Ботаник находит разницу между ними, основываясь на их методе размножения, и поэтому относит их к разным классам (рис. 2, стр. 19). По своей общей способности производить химические изменения в пищевых продуктах дрожжи тесно связаны с бактериями, хотя виды химических изменений различны. Вся огромная ферментативная промышленность, в которую вложены сотни миллионов долларов, основана на химическом разложении, производимом микроскопическими растениями. В большинстве коммерческих ферментаций желаемым продуктом является спирт, а алкоголь, хотя иногда он вырабатывается бактериями, в промышленных количествах производится только дрожжами. Следовательно, хотя ферментации, производимые бактериями, более распространены в Природе, чем ферментации, производимые дрожжами, и приводят к образованию гораздо большего количества продуктов разложения, все же их коммерческий аспект явно менее важен, чем у дрожжей. Тем не менее, бактерии не лишены своей важности в обычных ферментативных процессах. Хотя они не имеют значения как вспомогательные средства в обычных ферментативных процессах, они нередко являются причиной больших неприятностей. При ферментации солода для производства пива или виноградного сока для производства вина пивовар и винодел желают, чтобы это брожение производилось чистыми дрожжами, не смешанными с бактериями. Если дрожжи чистые, ферментация проходит равномерно и успешно. Но пивоварам и виноделам давно известно, что ферментации часто мешают нарушения. Возникающие проблемы давно известны, но бактериолог, наконец, обнаружил их причину и, в целом, средство их устранения. Причиной основных проблем, возникающих при брожении, является присутствие загрязняющих бактерий среди дрожжей. Эти бактерии были более или менее тщательно изучены бактериологами и определено их влияние на пиво или вино. Некоторые из них выделяют кислоту и делают продукты кислыми; другие делают их горькими; третьи, опять же, образуют слизистое вещество, которое делает вино или пиво "вязкими". Было обнаружено, что около десятка видов бактерий могут присутствовать в ферментируемом материале и снижать ценность продукта как производителя вина, так и производителя пива. Виды бактерий, которые заражают и повреждают вино, отличаются от тех, которые заражают и повреждают пиво. Они всегда присутствуют в качестве возможных факторов при сильном алкогольном брожении. Это опасности, от которых следует остерегаться. В прежние годы проблемы из этих источников были гораздо серьезнее, чем сейчас. Поскольку было продемонстрировано, что различные дефекты в процессе ферментации происходят из-за бактериальных примесей, обычно содержащихся в дрожжах, которые используются для производства ферментации, легко изобретаются способы их устранения. Сегодня виноделы знают, как избежать проблем, связанных с бактериями, а пивовар всегда снабжен микроскопом, который показывает наличие или отсутствие

загрязняющих бактерий. Таким образом, хотя алкогольное брожение не зависит от бактерий, надлежащее управление этим брожением требует знания их привычек и характеристик.

Существуют определенные другие ферментативные процессы, более или менее важные с коммерческой точки зрения, которые напрямую зависят от действия бактерий, некоторые из них мы должны без колебаний рассматривать как ферментацию, в то время как другие вряд ли можно рассматривать как относящиеся к ферментационной промышленности.

УКСУС.

Коммерческое значение производства уксуса, хотя и велико, конечно, не идет ни в какое сравнение с алкогольным брожением. Уксус представляет собой слабый раствор уксусной кислоты вместе с различными другими ингредиентами, полученными из материалов, из которых получают кислоту. При производстве уксуса в качестве источника уксусной кислоты всегда используется спирт. Получение уксусной кислоты из спирта представляет собой простое окисление. Уравнение $C_2H_6O + O_2 = C_2H_4O_2 + H_2O$ показывает происходящие химические изменения. Это окисление может быть вызвано чисто химическими средствами. Хотя спирт не будет легко соединяться с кислородом в обычных условиях, если позволить спирту пройти по кусочку платиновой губки, соединение происходит легко, и получается уксусная кислота. Этот метод получения уксусной кислоты возможен экспериментально, но неосуществим в сколь-либо крупных масштабах. При обычном производстве уксуса окисление представляет собой настоящую ферментацию, вызываемую ростом бактерий.

При промышленном производстве уксуса используется несколько различных слабых спиртовых растворов. Наиболее распространенными из них являются ферментированный солод, некрепкое вино, сидр, а иногда и слабый спиртовой раствор, в который добавляют сахар и солод. Если этим растворам дать некоторое время постоять в контакте с воздухом, они медленно скиснут за счет постепенного превращения спирта в уксусную кислоту. К концу процесса практически весь спирт исчезает. Однако обычно не вся она превращается в уксусную кислоту, поскольку окисление не полностью прекращается на этой стадии. По мере продолжения окисления часть кислоты окисляется до диоксида углерода, который, конечно же, сразу же выделяется в воздух, и если процессу позволить продолжаться бесконтрольно в течение достаточно длительного периода, то таким образом будет потеряна большая часть уксусной кислоты.

Окисление спирта при любом промышленном производстве уксуса вызывается ростом бактерий в жидкости. Когда производство уксуса идет должным образом, поверх жидкости образуется плотная войлочная масса, известная как "мать уксуса". Оказывается, что эта масса состоит из бактерий, которые обладают способностью поглощать кислород из воздуха или, во всяком случае, заставлять спирт соединяться с кислородом. Сначала считалось, что причиной окисления алкоголя является один-единственный вид бактерий, который был назван *Mycoderma aceti*. Но дальнейшие исследования показали, что некоторые из них обладают действенностью и что даже в промышленном производстве уксуса несколько видов играют определенную роль (рис. 18), хотя различные виды еще не очень тщательно изучены. Каждый из них, по-видимому, действует наилучшим образом в разных условиях. Некоторые из них действуют медленно, а другие быстро, при этом медленно растущие виды, по-видимому, в конечном итоге вырабатывают большее количество кислоты. После того, как количество уксусной кислоты достигает определенного процента, бактерии не в состоянии производить больше, даже если

спирт все еще остается неокисленным. Процент, достигающий четырнадцати процентов, обычно сводит на нет всю их способность к росту. Производство кислоты полностью зависит от роста бактерий, и секрет успешного производства уксуса заключается в умелом обращении с этими бактериями, чтобы сохранить их в максимально чистом состоянии и дать им наилучшие возможности для роста.

Один из способов производства уксуса, который является довольно быстрым, осуществляется несколько иным способом. Высокую цилиндрическую камеру заполняют древесной стружкой, и через нее медленно стекает слабый раствор спирта. Жидкость после прохождения по стружке выходит через несколько часов, хорошо насыщенная уксусной кислотой. Этот процесс на первый взгляд кажется чисто химическим и напоминает нам окисление, которое происходит, когда пропускают спирт через платиновую губку. Действительно, утверждалось, что это химическое окисление, в котором бактерии не играют никакой роли. Но это, по-видимому, ошибка. При этом способе всегда необходимо начинать процесс с того, что налить на стружку немного теплого уксуса. Если таким образом стружка не будет насыщена бактериями, удерживающими уксус, спирт не подвергнется окислению при прохождении по ней, и после того, как внесенные таким образом бактерии вырастут настолько, что полностью покроют стружку, выработка уксусной кислоты пойдет гораздо быстрее, чем вначале. Если уксусу дать медленно стекать по подвешенной нитке, чтобы бактерии, содержащиеся в ней, могли распределиться по нитке, а затем дать спирту таким же образом стекать по ней, происходит окисление и образуется уксусная кислота. Накопление таких фактов привело к признанию того, что все процессы коммерческого производства уксуса зависят от действия бактерий. Хотя окисление спирта в уксусную кислоту может происходить чисто химическими средствами, эти процессы непрактичны в больших масштабах, и производители уксуса во всем мире зависят от бактерий в качестве агентов, вызывающих окисление. Эти бактерии, всего несколько видов, питаются азотистыми веществами в бродильной массе и производят желаемое изменение содержания спирта.

Ферментация этого уксуса происходит с определенными нарушениями, и производители уксуса не всегда могут рассчитывать на то, что она протекает удовлетворительным образом. Как и в пивоварении, здесь бактерии-загрязнители иногда проникают в бродящую массу и мешают ее нормальному протеканию. В частности, от таких причин может пострадать вкус уксуса. До сих пор наши производители уксуса не применили к уксусному брожению тот же принцип, который был столь успешным в пивоварении, а именно использование в качестве закваски для брожения чистой культуры соответствующих видов бактерий. Это было сделано экспериментально и оказалось осуществимым. Однако на практике производители уксуса обнаруживают, что более простые методы получения закваски, с помощью которых они получают культуру почти, хотя и не совсем чистую, вполне удовлетворительны. Неясно, будут ли когда-либо использоваться в этой отрасли действительно чистые культуры.

МОЛОЧНАЯ КИСЛОТА.

Производство молочной кислоты - отрасль менее масштабная, чем производство уксусной кислоты, и все же она имеет значительное коммерческое значение. Молочная кислота используется в небольших количествах, хотя она представляет определенную ценность как лекарство и в искусстве. При ее производстве мы полностью зависим от бактерий. Именно эта кислота, как мы увидим, образуется при обычном скисании молока, и большое количество

видов бактерий способны вырабатывать кислоту из молочного сахара. Поэтому всегда можно быть уверенным в том, что любой образец кислого молока содержит большое количество молочнокислых организмов. При его производстве в коммерческих целях иногда в качестве источника используется молоко, но чаще другие вещества. Иногда используется смесь тростникового сахара и винной кислоты. Для начала брожения в смесь добавляют кисломолочную массу или гниющий сыр, или и то, и другое вместе, такая смесь всегда содержит молочнокислые организмы. Конечно, он также содержит много других бактерий, которые оказывают различное действие, но продуценты кислоты всегда так многочисленны и растут так энергично, что молочнокислое брожение происходит вопреки всем остальным бактериям. Здесь также существует возможность улучшения процесса за счет использования чистых культур молочнокислых организмов. Однако до настоящего времени такие методы не применялись. Коммерческие аспекты отрасли недостаточно масштабны, чтобы требовать значительных усилий в этом направлении.

В настоящее время единственным методом производства молочной кислоты, который у нас есть, являются бактерии. Химические процессы ее производства известны, но коммерчески не используются. Существует несколько различных видов молочной кислоты. Они отличаются друг от друга соотношением атомов внутри своей молекулы и своим отношением к поляризованному свету: одни формы вращают плоскость поляризованного света вправо, другие - влево, в то время как третьи в этом отношении неактивны. Все виды производятся в процессе ферментации, различные виды бактерий обладают способностью производить различные виды.

МАСЛЯНАЯ КИСЛОТА.

Масляная кислота - это еще одна кислота, в производстве которой мы в основном зависим от бактерий. Эта кислота не имеет большого значения, и ее производство вряд ли можно назвать промышленностью; тем не менее, в определенной степени она производится и является предметом торговли. Это кислота, которую можно получить химическим путем, но, как и в случае с двумя последними кислотами, ее промышленное производство основано на бактериальном действии. Довольно много видов бактерий могут вырабатывать масляную кислоту, и они производят ее из множества различных источников. Масляная кислота является распространенным ингредиентом старого молока и сливочного масла, и исторически ее образование бактериями было одним из первых процессов бактериального брожения, которые были четко изучены. Его также можно производить в различных растворах сахара и крахмала. Глицерин также может подвергаться масляной ферментации. Присутствие этой кислоты иногда вызывает беспокойство, поскольку она является одним из факторов прогорклости сливочного масла и других подобных материалов.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ИНДИГО.

Приготовление индиго из растения индиго представляет собой ферментативный процесс, вызываемый определенной бактерией. Листья растения погружают в воду в большом чане, и происходит быстрое брожение. В результате ферментации часть растения, составляющая основу индиго, отделяется от листьев и растворяется в воде; и в качестве второй особенности ферментации растворимый материал изменяется по своей химической природе на собственно индиго. По мере того, как происходит это изменение, появляется характерный синий цвет, и

материал становится нерастворимым в воде. Поэтому он выглядит как синяя масса, отделенная от воды, а затем удаляется в виде индиго.

О природе этого процесса мы пока знаем очень мало. То, что это ферментация, несомненно, и было доказано, что она производится определенным видом бактерий, обитающих на листьях индиго. Если стерилизованные листья поместить в стерильную воду, ферментации не происходит и индиго не образуется. Однако, если в массу добавить некоторые специфические бактерии, то вскоре начнется брожение и появится синий цвет индиго. Таким образом, очевидно, что индиго является продуктом бактериальной ферментации и обычно вырабатывается одним определенным видом бактерий. Однако о деталях этого образования мы пока знаем мало, и никакого практического применения этим фактам пока сделано не было.

БАКТЕРИИ При ОТВЕРЖДЕНИИ ТАБАКА.

При приготовлении табака используется ферментативный процесс совершенно иной природы, но имеющий огромную коммерческую ценность. Процесс, с помощью которого готовится табак, является длительным и несколько сложным, состоящим из ряда различных этапов. Табаку после первой тщательной сушки дают впитаться влаге из атмосферы, а затем складывают в большие кучи для дальнейшей переработки. Этот процесс, по-видимому, является ферментацией, поскольку температура массы быстро повышается, и видны все признаки ферментативного действия. Табак в этих кучах время от времени меняют, ворох сбрасывают вниз и снова наращивают таким образом, чтобы та часть, которая сначала была внизу, оказалась наверху, и таким образом процесс может в равной степени затронуть все части вороха. После этого процесса табак отправляется различным производителям, которые завершают процесс сушки. Дальнейшая обработка, которой он подвергается, широко варьируется в зависимости от желаемого продукта, будь то для курения или нюхательного табака и т.д. Однако во всех случаях ферментация играет заметную роль. Иногда в листья непосредственно инокулируют ферментирующий материал. При приготовлении нюхательного табака детали процесса более сложны, чем при приготовлении курительного табака. Табаку после измельчения и смешивания с определенными ингредиентами дают пройти ферментацию, которая длится неделями, а то и месяцами. При различных способах приготовления нюхательного табака ферментация происходит по-разному, и иногда табак подвергается двум или трем различным ферментативным воздействиям. Результатом всего этого является медленное приготовление товарного продукта. Именно во время заключительных процессов ферментации вырабатываются особый цвет и аромат нюхательного табака, и именно во время ферментации листьев курительного табака — либо первоначальной ферментации, либо последующей — вырабатываются особые вкусовые и ароматические качества табака.

Ни на минуту нельзя утверждать, что эти изменения, благодаря которым табак выдерживается и в конечном итоге доводится до товарного состояния, полностью обусловлены бактериями. Нет никаких сомнений в том, что химические и физические явления играют в них важную роль. Тем не менее, с момента, когда табак режут на полях, и до момента, когда он готов к продаже, процесс отверждения очень тесно связан с бактериями и ферментирующими организмами в целом. Некоторые из этих процессов полностью вызваны бактериальной жизнью; в других микроорганизмы помогают процессу, хотя, возможно, их нельзя рассматривать как единственных действующих лиц.

С самого начала производителю табака приходится бороться с рядом микроорганизмов, которые могут вызывать заболевания в его табаке. В процессе сушки, если температура, количество влаги или доступ воздуха не поддерживаются в надлежащем состоянии, возникают различные проблемы и появляются различные заболевания, которые либо повреждают, либо снижают ценность продукта. По-видимому, они вырабатываются микроорганизмами различных видов. Во время ферментации, которая следует за сушкой, производителю приходится бороться с микроорганизмами, которые причиняют ему беспокойство; поскольку, если явления не регулируются должным образом, происходящая ферментация оказывает воздействие на табак, которое ухудшает его свойства. С момента нарезки табака и до заключительной стадии сушки лица, занимающиеся его подготовкой к продаже, должны постоянно следить за тем, чтобы в нем не размножались нежелательные организмы. По этой причине приготовление табака является деликатной операцией, которая с большой вероятностью завершится неудачей, если не будет соблюдена максимальная осторожность. В нескольких ферментативных процессах, которые происходят при приготовлении, нет никаких сомнений в том, что микроорганизмы помогают производителю табака. Бактерии производят первую ферментацию, которая следует за сушкой, и именно эти организмы также, в значительной степени, дают начало всем последующим ферментам, хотя, по-видимому, в некоторых случаях существенно помогают чисто химические процессы. Особое качество табака частично зависит от особого типа ферментации, который происходит при том или ином из этих процессов брожения. Именно ферментация придает особый вкус и аромат различным сортам табака. Поскольку различные ароматы, характеризующие табак разных сортов, проявляются, по крайней мере в значительной степени, в процессе ферментации, естественно предположить, что различные качества табака в том, что касается вкуса, обусловлены различными типами ферментации. Количество видов бактерий, которые обнаруживаются на листьях табака на различных стадиях его приготовления, довольно велико, и из того, что мы уже узнали, неизбежно, что разные виды бактерий будут давать разные результаты в процессе ферментации. Поэтому представляется естественным предположить, что различия во вкусе у разных сортов табака, не исключено, могут быть вызваны тем фактом, что табак в разных случаях подвергался ферментации под воздействием различных видов бактерий.

И это не просто вопрос умозаключения. В определенной степени экспериментальные данные подтвердили этот вывод и дали, по крайней мере, небольшое указание на практические результаты в будущем. Основываясь на предположении, что разница между высококачественными сортами табака и более дешевыми сортами обусловлена характером бактерий, производящих ферментацию, некоторые бактериологи попытались получить из высококачественного табака виды бактерий, которые его заражают. Затем эти бактерии были культивированы бактериологическими методами и использованы в экспериментах по ферментации табака. Если верно, что аромат высококачественного табака в значительной степени или даже частично обусловлен действием специфических микробов из почвы, на которой он произрастает, то должна быть возможность придания аналогичного аромата листьям табака, выращенным в других местах, если ферментация листьев осуществляется с помощью чистых культур бактерий, полученных из высококачественного табака. В этой связи пока сделано или известно не так уж много. Два бактериолога независимо друг от друга экспериментировали с ферментацией табачных листьев с помощью чистых культур бактерий, полученных из таких источников. Каждый из них сообщает об успешных экспериментах. Каждый утверждает, что им удалось улучшить качество табака путем инокуляции листьев чистой

культурой бактерий, полученных из табака, обладающего высококачественным вкусом. В дополнение к этому, несколько других бактериологов провели эксперименты, достаточные для того, чтобы показать, что вкус табака и характер созревания могут быть решительно изменены использованием различных видов микроорганизмов в ферментации, которая происходит в процессе отверждения.

Однако в отношении всего этого вопроса мы должны признать, что пока у нас очень мало знаний. Этот предмет исследуется совсем недолго; и, хотя была получена значительная информация, эта информация до конца не изучена, и наши знания по этому вопросу пока находятся в довольно хаотичном состоянии. Однако представляется несомненным, что качество табака в значительной степени зависит от характера ферментации, происходящей на различных стадиях сушки. Представляется несомненным также, что эти ферментации полностью или в основном производятся микроорганизмами и что характер ферментации в значительной степени зависит от видов микроорганизмов, которые ее производят. Если это факты, то не кажется невероятным, что дальнейшее исследование может дать практические результаты для этой великой отрасли. Изучение дрожжей и методов защиты дрожжей от загрязнений произвело революцию в пивоваренной промышленности. Возможно, в этой другой ферментативной промышленности, имеющей столь большое коммерческое значение, использование чистых культур бактерий может в будущем произвести такие же великие революции в методах, как и в индустрии алкогольного брожения.

Однако не следует делать вывод, что различия в сортах табака, выращиваемого в разных частях мира, обусловлены исключительно различиями в процессах сушки и типах ферментации. Существуют различия в текстуре листьев, различия в химическом составе табака, которые, несомненно, обусловлены почвами и климатическими условиями, в которых они произрастают, и на них, конечно, никогда не повлияет изменение характера активных процессов ферментации. Однако вполне вероятно, что в той мере, в какой ароматы, отличающие высокие и низкие сорта табака, обусловлены характером процессов ферментации, они могут в будущем, по крайней мере в значительной степени, контролироваться использованием чистых культур в процессах сушки. Таким образом, по-видимому, у развития этой ферментативной промышленности такое же большое будущее, как было в прошлом у развития ферментативной промышленности, связанной с пивоварением и виноделием.

ОПИУМ.

Опий, используемый для курения, обычно подвергается процессу отверждения, который длится несколько месяцев. Это, по-видимому, в чем-то похоже на отверждение табака. По-видимому, это ферментация из-за роста микроорганизмов. Однако в данном случае речь идет не о бактериях, а о разновидности родственного гриба. Растение представляет собой плесень, и утверждается, что инокуляция опия культурами этой плесени ускоряет процесс отверждения.

НЕПРИЯТНОЕ БРОЖЕНИЕ.

Прежде чем оставить эту часть предмета, необходимо обратить внимание на некоторые из вызывающих беспокойство процессов брожения, которые постоянно мешают нашей промышленности, требуя специальных методов или, действительно, иногда разрабатывая специальные отрасли для их решения. Как возбудители разложения, бактерии, конечно, будут доставлять неприятности всякий раз, когда они попадают в материал, который желательно

сохранить. Поскольку они в изобилии присутствуют повсюду, необходимо с уверенностью рассчитывать на то, что они воздействуют на любое ферментируемое вещество, находящееся под воздействием воздуха и воды. Следовательно, они часто являются причиной больших неприятностей. В ферментативной промышленности они иногда приводят к неправильному протеканию брожения, если не принять меры для предотвращения присутствия нежелательных видов бактерий. При приготовлении уксуса неподходящие виды бактерий, получающие доступ к раствору, вызывают появление нежелательных привкусов, что сильно портит продукт. При отверждении табака очень часто неправильные виды бактерий получают доступ к табаку на каком-то этапе отверждения и своим ростом вызывают различные проблемы. Повсеместное присутствие бактерий делает невозможным сохранение фруктов, мяса или овощей в течение длительного времени без специальных методов. Этот факт сам по себе привел к развитию одной из важнейших отраслей нашей промышленности. Консервирование мяса или фруктов заключается не в чем ином, как в доведении их до состояния, при котором они будут защищены от воздействия этих микроорганизмов. Теоретически метод чрезвычайно прост. Это не что иное, как нагревание консервируемого материала до высокой температуры, а затем герметичная укупорка его, пока он еще горячий. Тепло убивает все бактерии, которые могут случайно поселиться в нем, а герметичное уплотнение предотвращает доступ других бактерий. Поскольку все органические вещества разлагаются в результате роста бактерий, такой стерилизованный и запечатанный материал будет сохраняться неопределенно долго при достаточно тщательном выполнении операции. Методы достижения этой цели с достаточной тщательностью несколько различаются в разных отраслях промышленности, но все они в основе своей одинаковы. Интересным фактом является то, что этот метод консервирования мяса был изобретен в прошлом веке, еще до того, как появились серьезные подозрения о связи микроорганизмов с брожением и гниением. Долгое время он использовался на практике, пока ученые все еще спорили, можно ли избежать гниения, предотвратив доступ бактерий. Однако за последние несколько лет отрасль чудесным образом развилась, поскольку были поняты принципы, лежащие в ее основе. Это понимание привело к разработке более совершенных методов уничтожения жизнедеятельности бактерий и надлежащей герметизации, и это, конечно, привело к большому успеху в консервировании, пока сегодня консервная промышленность не стала одной из тех, в которых задействован миллионный капитал.

Иногда бактерии представляют определенную ценность в пищевых продуктах. Неприятный привкус мяса - это не что иное, как начавшееся разложение. Квашеная капуста - это пищевая масса, которой специально дают забродить и прокиснуть. Значение бактерий для придания сливочному маслу и сыру аромата описано в других источниках. Но обычно нашей целью должно быть предотвращение роста бактерий в продуктах. Продукты должны быть высушены, приготовлены или храниться на льду, или какие-либо другие средства, применяемые для предотвращения роста в них бактерий. Именно их присутствие вынуждает нас хранить наши морозильные камеры, тем самым положив начало ледовому бизнесу, а также производству холодильников. Именно их присутствие, опять же, заставляет нас коптить ветчину, солить скумбрию, вялить рыбу или другое мясо, выдерживать свинину в рассоле и вводить множество других нюансов в способы приготовления и консервирования пищи.

ГЛАВА III.

ОТНОШЕНИЕ БАКТЕРИЙ К МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

Молочное производство - одна из самых примитивных отраслей нашей промышленности. С самого раннего периода, с тех пор как человек начал разводить домашний скот, он был знаком с молочным производством. На протяжении многих столетий были разработаны определенные методы лечения, которые дают желаемые результаты. Однако эти методы были разработаны просто на основе накопления опыта с очень небольшим знанием причин, лежащих в их основе. Однако методы прошлых веков перестают быть удовлетворительными. Развитие нашей цивилизации за последние полвека привело к заметному расширению масштабов молочной промышленности. С этим расширением возникла необходимость в новых методах, и молочники годами искали их. Последние несколько лет научили нас тому, что новые методы должны быть найдены на основе применения открытий современной бактериологии. Мы узнали, что молочник более тесно связан с бактериями и их деятельностью, чем почти любой другой класс людей. Современное молочное производство, помимо содержания коровы, в значительной степени заключается в попытках предотвратить размножение бактерий в молоке или стимулировать их рост в сливках, масле и сыре. Эти основные молочные продукты будут рассмотрены отдельно.

ИСТОЧНИКИ БАКТЕРИЙ В МОЛОКЕ.

Первый факт, требующий нашего внимания, заключается в том, что молоко в момент выделения из вымени здоровой коровы не содержит бактерий. Хотя бактерии распространены практически повсеместно, они не обнаружены в циркулирующих жидкостях здоровых животных и не выделяются их железами. Следовательно, молоко, которое впервые выделяется молочной железой, не содержит бактерий. Потребовалось много времени, чтобы продемонстрировать этот факт, но в конце концов он был удовлетворительно доказан. Во-вторых, было продемонстрировано, что практически все нормальные изменения, которые происходят в молоке после его секреции, вызваны ростом бактерий. Это тоже долгое время отрицалось, и в течение ряда лет после того, как было общепризнано, что гниение и брожение вызваны ростом микроорганизмов, изменения, происходящие в молоке, были исключены из этого правила. Равномерность, с которой молоко будет скисать, и трудность или кажущаяся невозможность предотвратить это изменение привели к убеждению, что скисание молока было нормальным изменением, характерным для молока, точно так же, как свертывание характерно для крови. Однако в конечном итоге это было опровергнуто, и, наконец, было продемонстрировано, что, за исключением нескольких физических изменений, связанных с выпариванием и небольшим окислением жира, молоко, если его содержать без бактерий, не претерпит никаких изменений. Если бактерий нет, он будет оставаться сладким бесконечно долго.

Но невозможно получить молоко от коровы таким образом, чтобы в нем не было бактерий, за исключением применения мер предосторожности, абсолютно невыполнимых при обычном молочном производстве. Поскольку молоко обычно откачивается, оно обязательно заражено бактериями, и к тому времени, когда оно попадает в молочное ведро, в нем часто содержится до полумиллиона или даже миллиона бактерий на каждый кубический дюйм молока. Это кажется почти невероятным, но это было продемонстрировано во многих случаях и не подлежит

сомнению. Поскольку этих бактерий нет в выделяемом молоке, они должны поступать из каких-то внешних источников, и этими источниками являются следующие:

Первое по важности - это сама корова; поскольку, хотя выделяемое ею молоко стерильно и в ее крови нет бактерий, тем не менее, корова является наиболее распространенным источником бактериального заражения. Во-первых, ими забиты молочные протоки. После каждого доения в протоке всегда остается немного молока, и это создает идеальное место для размножения бактерий. Некоторые бактерии из воздуха или из других источников обязательно попадают в эти протоки после доения, и они сразу же начинают быстро размножаться. При следующем доении их становится очень много в протоках, и первое попавшее молоко сразу смывает большую их часть в молочное ведро, где они могут продолжить свой рост в молоке. Опять же, внешняя часть тела коровы содержит их в изобилии. Каждый волосок, каждая частица грязи, каждый кусочек засохшего навоза являются пристанищем миллионов бактерий. Задние конечности коровы обычно покрыты большим количеством грязи, поскольку фермер редко ухаживает за своей коровой, и во время дойки по ее движениям, по взмахам хвоста и по трению, которое она получает от дояра, немалое количество этой грязи счищается и попадает в ведро для молока. Фермер понимает этот источник грязи и обычно считает необходимым процедить молоко после дойки. Но процеживание через грубую ткань, в то время как она удаляет более крупные частицы грязи, не оказывает никакого воздействия на бактерии, поскольку они беспрепятственно проходят через любое сито. Опять же, сами сосуды для молока содержат бактерии, поскольку их никогда не моют абсолютно чистыми. После самой тщательной мойки, которой подвергается молочное ведро на кухне, в трещинах жестяной банки или в дереве всегда остается много бактерий, готовых начать размножаться, как только молоко снова наполнит ведро. Дояр сам вносит свой вклад в его снабжение, потому что он идет на дойку с нечистыми руками, в нечистой одежде, и немало бактерий попадает от него в его молочное ведро. Наконец, мы обнаруживаем, что воздух доильного отделения обеспечивает свою норму молочных бактерий. Однако этот источник бактерий не так велик, как считалось ранее. Несомненно, что в пыли воздуха может содержаться много бактерий, и, несомненно, они в некотором количестве попадают в молоко, особенно если скоту разрешают питаться пыльным сеном до и во время дойки. Но если воздух не насыщен пылью, этот источник бактерий не очень велик, и по сравнению с бактериями из других источников бактерии в воздухе неважны.

Таким образом, молоко наполняется бактериями, и, поскольку оно представляет собой отличную пищу, эти бактерии сразу же начинают размножаться. Молоко, когда его настаивают, теплое и имеет температуру, которая особенно стимулирует рост бактерий. Они размножаются с большой скоростью и в течение нескольких часов увеличиваются, возможно, в тысячу раз. Цифры, которые можно узнать через двадцать четыре часа, иногда непостижимы; рыночное молоко может содержать до пятисот миллионов на кубический дюйм; и хотя это явно экстремальная цифра, молоко суточной давности почти всегда содержит много миллионов на каждый кубический дюйм, количество зависит от возраста молока и его температуры. Во время этого роста бактерии, конечно, не остались без влияния. Признавая, что бактерии являются агентами химических изменений, мы готовы увидеть, что молоко претерпевает некоторые изменения в процессе такого быстрого размножения бактерий. Изменения, которые эти бактерии производят в молоке и продуктах из него, многочисленны и решительно влияют на его ценность. Они как выгодны, так и невыгодны для молочника. Они доставляют неудобства производителям молока, но являются союзниками производителей масла и сыра.

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИЙ НА МОЛОКО.

Первое и наиболее универсальное изменение, происходящее в молоке, - это его СКИСНЕНИЕ. Это явление настолько универсально, что обычно рассматривается как неизбежное изменение, которого невозможно избежать, и, как уже указывалось, в прошлом считалось нормальным свойством молока. Однако сегодня этот феномен хорошо изучен. Это происходит из-за воздействия определенных молочных бактерий на молочный сахар, которые превращают его в молочную кислоту, и эта кислота придает кислый вкус и свертывает молоко. После того, как эта кислота вырабатывается в небольшом количестве, ее присутствие оказывается вредным для роста бактерий, и дальнейший рост бактерий сдерживается. Таким образом, после скисания молоко в течение некоторого времени обычно не претерпевает никаких дальнейших изменений.

Скисание молока обычно рассматривалось как единичное явление, одинаковое во всех случаях. Когда бактериологи впервые изучили его, считалось, что он во всех случаях обусловлен одним видом микроорганизма, который, как было обнаружено, широко присутствует и назван *Bacillus acidilactici* (рис. 19). Эта бактерия, безусловно, обладает способностью быстро скисать в молоке и, как оказалось, очень распространена на молочных заводах Европы. Как только бактериологи более внимательно изучили этот вопрос, было обнаружено, что самопроизвольное скисание молока не всегда вызывается одним и тем же видом бактерий. Вместо того чтобы обнаружить, что эта *Bacillus acidilactici* присутствует всегда, они обнаружили, что довольно много различных видов бактерий обладают способностью прокисать в молоке и обнаруживаются в разных образцах прокисшего молока. Количество видов бактерий, которые, как было обнаружено, скисают в молоке, увеличилось до тех пор, пока не стало известно, что около сотни бактерий обладают такой способностью. Эти разные виды по-разному влияют на молоко. Все они производят некоторое количество кислоты, но они различаются по виду и количеству кислоты, и особенно по другим изменениям, которые происходят одновременно с закисанием молока, так что получаемое в результате заквашенное молоко весьма разнообразно. Однако, несмотря на это разнообразие, самая последняя работа, как правило, показывает, что большинство случаев самопроизвольного скисания молока продуцируются бактериями, которые, хотя и несколько изменчивы, вероятно, представляют собой один вид и идентичны *Bacillus acidilactici* (рис. 19). Этот вид, широко распространенный на молочных заводах Европы, согласно недавним исследованиям, встречается и в этой стране. Таким образом, мы можем сказать, что, хотя в молочных продуктах обитает множество видов бактерий, которые могут скисать молоко, есть один, который более распространен и встречается более повсеместно, чем другие, и это обычная причина скисания молока.

Когда мы более тщательно изучаем воздействие на молоко различных видов бактерий, содержащихся в молочных продуктах, мы обнаруживаем, что существует большое разнообразие изменений, которые они вызывают, когда им позволяют расти в молоке. Молочник испытывает множество проблем со своим молоком. Оно иногда сворачивается, не превращаясь в кислоту. Иногда он становится горьким, или приобретает неприятный "испорченный" вкус, или, опять же, "мыльный" привкус. Иногда молочник обнаруживает, что его молоко становится слизистым, вместо того чтобы скисать и сворачиваться обычным способом. В такие моменты, по прошествии нескольких часов, молоко становится настолько слизистым, что из него можно вытягивать длинные нити. Такая инфекция оказывается очень неприятной, в течение многих лет она сохраняется, несмотря на все попытки вылечить ее. Опять же, в других

случаях молоко становится голубым, приобретая примерно к моменту скисания красивый небесно-голубой цвет. Или оно может стать красным, а иногда и желтым. Всеми этими неприятностями молочник обязан присутствию в своем молоке необычных видов бактерий, которые там в изобилии размножаются.

Бактериологи смогли удовлетворительно установить связь всех этих инфекций с различными видами бактерий. Было обнаружено, что большое количество видов свертывают молоко, не придавая ему кисловатости, некоторые делают его горьким, а некоторые придают "испорченный", а один - "мыльный" вкус. Было обнаружено несколько десятков веществ, которые способны сделать молоко слизистым. По крайней мере, два разных вида обладают способностью придавать молоку небесно-голубой цвет; два или три дают красные пигменты (рис. 20), и были обнаружены один или два, которые дают желтый цвет. Короче говоря, было бесспорно установлено, что все эти инфекции, которые в большей или меньшей степени беспокоят молочников, происходят из-за роста необычных бактерий в молоке.

Все эти различные инфекции вызывают беспокойство, и действительно, можно сказать, что с точки зрения производителя и потребителя молока бактерии от начала и до конца являются источником неприятностей. Производитель молока стремится избегать их, насколько это возможно, — желание, которое разделяют также все, кто имеет какое-либо отношение к молоку как таковому. Осознав, что различные неприятности, которые иногда возникают даже на молочных заводах высшего класса, вызваны бактериями, молочник, по крайней мере в определенной степени, готов их избегать. Избежать этих неприятностей относительно легко, как только молочники распознают источник, из которого поступают инфекционные организмы, а также тот факт, что низкие температуры во всех случаях в значительной степени устраняют зло. С учетом этих знаний избежать всех этих неприятностей можно только при осторожном обращении с молочными продуктами. Следует признать, что большинство этих опасных бактерий происходит из некоторых необычных источников инфекции. Под необычными источниками подразумеваются те, которых можно избежать при соблюдении осторожности. Действительно, бактерии, вызывающие скисание, распространены настолько повсеместно, что их невозможно избежать никакими обычными средствами. Но все остальные вызывающие беспокойство бактерии, по-видимому, находятся под контролем. Молочник должен помнить, что источники неприятностей, которые могут возникнуть в его молоке, кроются в той или иной форме загрязнений: либо в коровьей грязи, либо в пыли в сене, разбросанном по сараю, либо в грязи на коровьем вымени, либо в каком-либо другом необычном источнике, которого можно избежать. Эти источники, из того, что мы уже заметили, всегда будут снабжать молоко бактериями; но в обычных условиях и когда корова содержится в условиях обычной чистоты, а часто даже и не в чистоте, будут поставлять только бактерии, которые вызывают всеобщее скисание. Осознав это, молочник сразу же узнает, что его лекарствами от опасных инфекций являются чистота и низкие температуры. Если он следит за тем, чтобы его молочные сосуды были скрупулезно чистыми; если он будет содержать свою корову в такой же чистоте, как и свою лошадь; и если он будет соблюдать осторожность в хлеву и вокруг него, а затем подвергать молоко низкой температуре, его никогда не должны беспокоить слизистое или испорченное молоко или любая из этих других неприятностей; или он может быстро устранить такие инфекции, если они однажды появятся. Чистое сладкое молоко требует лишь надлежащего ухода. Но уход требует труда и затрат. До тех пор, пока мы требуем дешевого молока, до тех пор мы будем обеспечены молоком, добытым в условиях грязи. Но когда мы узнаем, что дешевое молоко - это некачественное молоко, и когда мы готовы платить за него немного больше, только

тогда мы можем ожидать более бережного обращения с молоком, в результате чего получается более чистый продукт.

Таким образом, бактериология научила нас, что весь вопрос снабжения молоком в наших сообществах сводится к тому, чтобы избежать слишком быстрого роста бактерий. Эти организмы неизменно доставляют неприятности молочникам. Чтобы избежать их пагубного влияния, были разработаны все методы ухода за молокозаводом и коровником, все методы распределения молока в машинах со льдом. Более того, все специальные устройства, связанные с крупной отраслью производства молока, имеют в своей основе попытку избежать, в первую очередь, присутствия слишком большого количества бактерий, и, во-вторых, рост этих бактерий.

БАКТЕРИИ При ПРОИЗВОДСТВЕ МАСЛА.

СОЗРЕВАНИЕ СЛИВОК.—Переходя от молока к маслу, мы обнаруживаем несколько иную историю, поскольку здесь бактерии являются прямыми союзниками молочника, а не его врагами. Сами того не осознавая, производители масла в течение многих лет использовали бактерии при производстве масла и получали прибыль от продуктов, которые эти бактерии им давали. Сливки, поскольку они получаются из молока, всегда будут содержать бактерии в большом количестве, и эти бактерии будут размножаться в сливках так же легко, как и в молоке. Производитель масла редко взбивает сливки, если они только что получены из молока. Правда, есть места, где производят сладкое сливочное масло, которое пользуется спросом, но в большинстве стран, потребляющих сливочное масло, требуется масло другого качества, и сливки перед взбиванием подвергаются процессу, известному как "созревание" или "скисание". При созревании сливкам просто дают постоять в чане в течение периода, варьирующегося от двенадцати часов до двух-трех дней, в зависимости от обстоятельств. В течение этого периода в них происходят определенные изменения. Бактерии, которые изначально были в сливках, получают возможность размножаться, и к моменту завершения созревания они становятся чрезвычайно многочисленными. В результате характер сливок меняется точно так же, как меняется молоко при аналогичных обстоятельствах. Они немного прокисают, слегка сворачиваются и приобретают особенно приятный вкус и аромат, которых не было у оригинальных свежих сливок. После созревания сливки взбивают. Бактерии оказывают свое действие именно во время созревания, так как после взбивания они имеют меньшее значение. Часть их собирают в сливочном масле, часть их смывают со сливочного масла в пахту и подвергают последующим процессам. Большинство бактерий, оставшихся в сливочном масле, вскоре погибают, не находя там благоприятных условий для роста; однако некоторые из них живут и размножаются в течение некоторого времени и являются важными факторами, вызывающими прогорклость сливочного масла. Производитель масла заботится о созревании, а не о более поздних процессах.

Целью созревания сливок является придание им лучшей кондиции для приготовления масла. Производитель масла на многолетнем опыте убедился, что созревшие сливки взбиваются быстрее, чем сладкие, и что из них он получает больший выход сливочного масла. Однако главной целью созревания является придание сливочному маслу особого вкуса и аромата, характерных для высшего продукта. Сливочное масло Sweet cream лишено вкуса и аромата, хотя на самом деле имеет вкус, почти идентичный сливкам. Однако сливочное масло, приготовленное из созревших сливок, обладает особым нежным вкусом и ароматизатором,

которые хорошо известны любителям сливочного масла и которые развиваются в процессе созревания.

Бактериологи смогли со значительной степенью точности объяснить цель этого созревания. На самом деле этот процесс представляет собой ферментацию, сравнимую с брожением, которое происходит в пивоваренном солоде. Рост бактерий во время созревания вызывает химические изменения несколько сложного характера, которые касаются каждого из ингредиентов молока. Молочнокислые организмы воздействуют на молочный сахар и вырабатывают молочную кислоту; другие воздействуют на жир, вызывая в нем незначительные изменения; в то время как другие воздействуют на казеин и белковые вещества молока. В результате возникают различные побочные продукты разложения, и именно эти побочные продукты разложения определяют разницу между созревшими и недозрелыми сливками. Они делают его кислым и свертывающимся, а также придают ему характерные для него вкусы и ароматы. Продукты разложения обычно считаются нежелательными для употребления в пищу, и это в равной степени относится к тем продуктам, которые образуются в сливках, если дать разложению продолжаться достаточно долго. Если процесс созревания не остановить в конце дня или двух, а дать ему продолжаться несколько дней, сливки загнивают, а приготовленное из них масло приобретает явно неприятный вкус. Но в условиях обычного созревания, когда процесс останавливается в нужный момент, продукты разложения скорее приятны, чем неприятны, а вкус и аромат, которые они придают сливкам и последующему сливочному маслу, являются желаемыми. Именно эти продукты разложения придают особый характер высокому качеству сливочного масла, и это особое качество определяет цену, которую производитель масла может получить за свой продукт.

Но, к сожалению, производитель масла не всегда может рассчитывать на созревание. Хотя обычно созревание проходит удовлетворительным образом, иногда, без видимой причины, которую он может назначить, созревание не происходит нормально. Вместо того чтобы приобретать приятный аромат и вкус правильно созревших сливок, у сливок появляется неприятный привкус. Оно может быть горьким или слегка испорченным, и насколько эти ароматы проявляются в сливках, настолько же несомненно страдает качество сливочного масла. Более того, по опыту известно, что некоторые маслозаводы не способны добиться столь же хорошего созревания своих сливок. В то время как некоторые из них дадут благоприятные результаты, другие, при равной осторожности, придадут своему маслу гораздо менее приятный вкус и аромат. Причина всего этого была объяснена современной бактериологией. В молоке, а следовательно, и в сливках, всегда содержится много бактерий, но они не всегда одного и того же вида. Существуют десятки, а возможно, и сотни видов бактерий, распространенных в наших коровниках и на молочных заводах и вокруг них, и бактерии, которые в изобилии содержатся в разных партиях сливок, не всегда будут одинаковыми. Наличие в сливках того или иного вида бактерий оказывает решающее влияние на характер созревания и вытекающие из этого вкусовые качества и ароматы. Обнаружено, что некоторые виды дают хорошие результаты с желаемым вкусом, в то время как другие при идентичных условиях дают явно плохие результаты с нежелательным вкусом. Если производитель масла получает сливки, в которых содержится большое количество бактерий, способных придавать хороший вкус, то созревание его сливок будет удовлетворительным, а масло - высококачественным. Если, однако, окажется, что его сливки содержат только те сорта, которые придают неприятный вкус, то характер созревания будет явно хуже, а сливочное масло - более низкого качества. К счастью, большинство видов бактерий, которые могут попасть в сливки из обычных источников, являются такими, которые

либо оказывают благоприятное воздействие на крем, либо существенно не влияют на вкус или аромат. Следовательно, созревание сливок обычно дает хорошие результаты. Бактериологи выяснили, что в наших амбарах более или менее распространены некоторые виды бактерий, которые оказывают нежелательное воздействие на вкус, и если их станет особенно много в сливках, то характер созревания и качество последующего сливочного масла пострадают. Однако эти злокачественные виды бактерий не очень распространены в правильно содержащихся коровниках и на молочных заводах. Следовательно, так широко используемый процесс, заключающийся в том, чтобы просто дать сливкам созреть под воздействием любых бактерий, которые случайно оказались в них, обычно дает хорошие результаты. Но наши производители масла иногда обнаруживают, что в то время, когда скот переходит с зимнего корма на летний или с летнего на зимний, созревание происходит ненормально. Причина, по-видимому, в том, что крем был заражен множеством вредоносных видов. Поэтому созревание, которое они производят, нежелательно, и качество масла обязательно пострадает.

До тех пор, пока масло производилось только на частных молочных заводах, было сравнительно неважным, если время от времени качество этого сорта снижалось. Когда его готовили по несколько фунтов за раз и только один или два раза в неделю, не было очень серьезной проблемой, если несколько порций масла действительно ухудшали качество. Но сегодня маслопроизводящая промышленность становится все более и более сконцентрированной в крупных маслозаводах, и гораздо важнее найти какие-то средства, с помощью которых можно обеспечить неизменно высокое качество. Если маслозавод, производящий пятьсот фунтов масла в день, пострадает от такого вредного созревания, качество его масла упадет до такой степени, что цена на него снизится, и маслозавод существенно пострадает. Возможно, продолжение подобных неприятностей в течение двух-трех недель сыграло бы решающую роль в финансовом успехе маслозавода. Таким образом, при нашей концентрации маслоделательной промышленности становится желательным найти какие-либо средства более точного регулирования этого процесса.

Средство от этих случайных побочных эффектов при созревании сливок оказалось недоступным производителю масла. Масленичник должен готовить масло из приготовленных им сливок, и если эти сливки уже пропитаны вредоносными видами бактерий, он беспомощен. Это правда, что многое можно сделать для устранения этих трудностей, проявляя особую осторожность в сараях владельцев маслозавода. Если сарай, коровы, молокозаводы, емкости для молока и т.д. Содержатся в строгой чистоте, если соблюдается особая осторожность, особенно в те сезоны года, когда возможны неприятности, и если уделяется некоторое внимание виду пищи, которую ест скот, то, как правило, сливки не заражаются вредными бактериями. Можно считать доказанным фактом, что эти злокачественные бактерии происходят из источников загрязнения, и тщательное избегание всех таких источников загрязнения в очень значительной степени предотвратит их попадание в крем. Было установлено, что подобные меры практически применимы на многих маслозаводах. Маслозаводы, производящие сливочное масло самого высокого ценового и однородного качества, - это те, на которых в коровниках и на молокозаводах уделяется наибольшее внимание обеспечению чистоты и обращению с молоком и сливками. При таком внимании можно избежать значительной части проблем, возникающих на маслозаводах из-за вредоносных бактерий.

Но эти методы не дают надежного средства против вредных видов бактерий при созревании сливок и не дают никаких надежных средств получения однородного вкуса сливочного масла.

Даже при самых благоприятных условиях вкус масла будет меняться в зависимости от сезона года. Масло, приготовленное зимой, уступает маслу, приготовленному в летние месяцы; и хотя это, несомненно, частично связано с различным питанием крупного рогатого скота и с характером получаемых из него сливок, эти различия во вкусе масла также частично зависят от различных видов бактерий, которые присутствуют при созревании сливок в разное время года. Виды бактерий в июньских сливках отличаются от тех, которые обычно присутствуют в январских сливках, и это, безусловно, является фактором, определяющим разницу между зимним и летним маслом.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ КУЛЬТУР БАКТЕРИЙ ДЛЯ СОЗРЕВАНИЯ СЛИВОК.

Бактериологи уже некоторое время пытаются помочь производителям масла в этом направлении, снабжая их бактериями, необходимыми для достижения наилучших результатов при созревании сливок. Метод выполнения этого чрезвычайно прост в принципе, но на практике оказывается несколько сложным. Необходимо только получить виды бактерий, которые дают наилучшие результаты, а затем поставлять их в виде чистой культуры и в большом количестве производителям масла, чтобы они могли инокулировать свои сливки теми видами бактерий, которые приведут к желаемым результатам. С этой целью бактериологи в течение нескольких лет искали подходящие виды бактерий для получения наилучших результатов, и для этой цели на рынок было выставлено несколько различных "чистых культур". Они были получены различными бактериологами и производителями молока в странах северной Европы, а также в Соединенных Штатах. Эти чистые культуры поставляются молочникам в различных формах, но они всегда состоят из большого количества определенных видов бактерий, которые, как показал опыт, полезны для созревания сливок.

До настоящего времени на пути достижения полного успеха в этих направлениях возникал ряд трудностей. Наиболее заметный вопрос возникает при разработке метода использования чистых культур на маслозаводе. Сливки, которые производители масла желают, чтобы они созрели, как мы видели, уже пропитаны бактериями и созревали бы сами по себе, даже если бы к ним не добавляли чистую культуру бактерий. Поэтому чистые культуры нельзя использовать так же просто, как дрожжи для приготовления хлебного теста. Очевидно, что простое добавление чистой культуры в сливочную массу не дало бы желаемого эффекта, потому что тогда сливки созревали бы не только за счет чистой культуры, но и за счет чистой культуры плюс всех бактерий, которые присутствовали изначально. Было бы, конечно, несколько сомнительно, будут ли при этих условиях результаты благоприятными, и, по-видимому, этот метод не предоставит никаких средств для избавления от неприятных привкусов, которые возникают из-за присутствия вредоносных видов бактерий. Явно желательно избавиться от бактерий крема перед добавлением чистой культуры. Это можно легко сделать, нагрев его в течение короткого времени до температуры 69 градусов по Цельсию (155 градусов по Фаренгейту), которой достаточно для уничтожения большинства бактерий. Последующее добавление чистой культуры бактерий, созревающих для сливок, приведет к созреванию сливок только под воздействием добавленной культуры. Этот метод оказался успешным, и в странах Европы, производящих сливочное масло, он быстро внедряется.

Однако в нашей стране этот процесс еще не стал очень популярным, поскольку нагревание сливок требует значительных затрат и хлопот, а наши производители масла оказались не очень готовы к его внедрению. По этой причине, а также с целью ознакомления производителей

сливочного масла с использованием чистых культур, была предпринята попытка получить несколько схожие, хотя и менее однородные результаты за счет использования чистых культур в сливках без предварительной обработки. При использовании чистых культур таким способом производителю масла предписывается добавлять в свои сливки большое количество подготовленной культуры определенных видов бактерий, исходя из принципа, что добавление такого большого количества бактерий в сливки, даже если сливки уже заселены определенными бактериями, приведет к созреванию сливок, на которое в основном влияет искусственно добавленная культура. Добавленная таким образом культура, присутствующая в очень большом количестве, чем другие "дикие" виды, будет иметь гораздо больший эффект, чем любой из них. Этот метод, конечно, не может гарантировать единообразия. Хотя во многих случаях это может работать удовлетворительно, совершенно очевидно, что в других случаях, когда крем уже наполнен большим количеством вредоносных видов бактерий, такая искусственная культура не даст желаемых результатов. Это, по-видимому, не только теоретический, но и реальный опыт. Добавление таких чистых культур во многих случаях дает благоприятные результаты, но это не всегда так, и результат неоднороден. Хотя использование чистых культур таким способом является преимуществом по сравнению с методом простого созревания сливок без таких добавок, этот метод явно уступает тому, при котором сливки сначала пастеризуются, а затем добавляется закваска.

Существует еще один метод добавления бактерий в сливки для обеспечения более благоприятного созревания, который часто используется и, будучи более простым, во многих случаях дает неоспоримое преимущество. Этот метод основан на использовании так называемой натуральной закваски. Натуральная закуска состоит просто из большого количества сливок, взятых из самого подходящего источника, то есть из самых чистых и качественных молочных продуктов или из стада, производящего сливки высшего качества, и оставленных в теплом месте на пару дней, пока они не станут кислыми. К этому времени сливки наполнятся большим количеством бактерий, и их затем кладут в качестве закваски в емкость со сливками для созревания. Конечно, при использовании этого метода производитель масла не может контролировать виды бактерий, которые будут расти в закваске, но практически установлено, что если сливки взяты из хорошего источника, результаты получаются чрезвычайно благоприятными, и масло, полученное таким способом, почти всегда улучшается.

Использование чистых культур все еще довольно ново, особенно в этой стране. В европейских странах, производящих масло, они используются уже более длительный период и стали гораздо более известными. Трудно сказать, как может развиваться ситуация в этом направлении в будущем; но представляется, по крайней мере, вероятным, что по мере преодоления трудностей, связанных с деталями, наступит время, когда наши производители масла будут использовать закваску для созревания сливок, точно так же, как дрожжи используются домохозяйками для приготовления хлеба или пивоварами для сбраживания солода. Эти закваски, вероятно, со временем будут предоставлены бактериологами. Другими словами, бактериология в ближайшем будущем предложит нашим производителям сливочного масла метод контроля созревания сливок таким образом, чтобы гарантировать получение сливочного масла высокого и однородного качества, по крайней мере, в том, что касается вкуса и аромата.

БАКТЕРИИ В СЫРЕ.

Созревание сыра.— Третьим важным продуктом молочной промышленности является сыр, и в связи с этим продуктом молочник еще больше зависит от бактерий, чем при производстве сливочного масла. При производстве сыра казеин молока отделяется от других продуктов с помощью сычужного фермента, собирается в большие массы и прессуется, образуя свежий сыр. Затем этот сыр оставляют на несколько недель, а иногда и на месяцы, для прохождения процесса, известного как созревание. В процессе созревания сыр приобретает особые вкусовые качества, характерные для готового продукта. Вкус свежеприготовленного сыра крайне не похож на вкус созревшего продукта. В то время как масло, приготовленное из незрелых сливок, обладает приятным вкусом, которым во многих местах особенно наслаждаются, нигде нет спроса на незрелый сыр, поскольку свежеприготовленный сыр имеет вкус, который вряд ли кто-то считает приятным. Действительно, вся ценность сыра зависит от вкуса продукта, и этот вкус проявляется в процессе созревания.

Сыровар считает созревание сыра самой сложной частью его производства. Это действительно процесс, который он практически не контролирует. Даже когда все условия кажутся правильными, когда сыр производится самым тщательным образом, нередко случается, что созревание происходит совершенно ненормальным образом, и полученный сыр приходит в негодность. Производитель сыра был в полной растерянности, не понимая этих нарушений, и у него не было никаких средств для их устранения. Происходящее ненормальное созревание бывает различных видов. Иногда сыр становится необычайно пористым, с большими отверстиями, из-за которых сыр разбухает, теряет надлежащую форму и приходит в негодность. В других случаях на изготовленном сыре появляются различные пятна красного или синего цвета; при этом снова появляются неприятные привкусы, которые делают продукт бесполезным. Иногда значительная часть продукции сыроварни подвергается такому неравномерному созреванию, и, таким образом, продукт долгое время будет приходить в негодность. Если бы можно было найти какой-нибудь способ устранения этих нарушений, это было бы большим благом для производителя сыра; и было предпринято очень много попыток тем или иным способом ознакомить производителя сыра с некоторыми деталями производства, которые позволяют ему в определенной степени контролировать созревание.

Процесс созревания сыра был тщательно изучен бактериологами, которые интересовались молочными продуктами. То, что созревание сыра является результатом размножения в нем бактерий, представляется вероятным на априорных основаниях. Как и созревание сливок, это процесс, который происходит несколько медленно. Это химическое изменение, которое сопровождается разрушением белковой материи; лучше всего оно происходит при определенных температурах, а температуры, которые, как мы знаем, благоприятны для роста микроорганизмов, и все эти явления наводят нас на мысль о действии бактерий. Более того, возникающие ароматы и привкусы во многих случаях имеют явное сходство с продуктами разложения бактерий, что особенно заметно в сыре Лимбургер. Когда мы начинаем тщательно изучать вопрос созревания сыра, мы, несомненно, узнаем, что этот априорный вывод верен. Созревание любого сыра зависит от нескольких различных факторов. Способ приготовления, количество воды, оставшейся в твороге, температура созревания и другие различные факторы, связанные с механическим процессом производства сыра, влияют на его характер. Но, в дополнение ко всем этим факторам, несомненно, существует еще один, а именно количество и характер бактерий, которые могут оказаться в твороге при приготовлении сыра. Хотя

обнаружено, что сыры, обработанные разными способами, созревают по-разному, также обнаружено, что два сыра, которые были изготовлены в сходных условиях и обработаны идентично одним и тем же способом, также могут созревать по-разному, так что результирующий вкус будет отличаться. Различия между сырами, приготовленными таким образом, могут быть незначительными или значительными, но различия, безусловно, имеют место. Всем известно о большой разнице во вкусе разных сыров, и эти вкусовые качества в значительной степени обусловлены факторами, отличными от простого механического процесса приготовления сыра. Общее сходство всего процесса с бактериальной ферментацией с самого начала наводит нас на мысль, что некоторые различия в характере обусловлены разными видами бактерий, которые размножаются в сыре и производят в нем разложение.

Когда дело доходит до изучения бактериологией, продемонстрировать эту позицию становится легко. То, что созревание сыра происходит из-за роста бактерий, очень легко доказать, производя сыры из молока, лишенного бактерий. Например, сыры изготавливаются из молока, которое было либо стерилизовано, либо пастеризовано — эти процессы уничтожают большинство содержащихся в нем бактерий — и после обычной обработки откладываются для созревания. Эти сыры НЕ созревают, но остаются в течение нескольких месяцев практически с тем же вкусом, который у них был изначально. В других экспериментах сыр обрабатывали небольшим количеством дезинфицирующего средства, которого было достаточно, чтобы предотвратить размножение бактерий, и снова было обнаружено, что созревание абсолютно предотвращено. Более того, если исследовать сыр в обычных условиях в процессе созревания, то обнаруживается, что бактерии растут в течение всего времени. Все эти факты, взятые вместе, ясно доказывают, что созревание сыра - это ферментация, вызванная бактериями. Однако следует отметить, что условия в сыре неблагоприятны для очень быстрого роста бактерий. Это правда, что в сыре достаточно пищи для жизнедеятельности бактерий, но сыр не очень влажный; он чрезвычайно плотный и во всех случаях подвергается большему или меньшему давлению. Проникновение кислорода в центр массы должно быть крайне незначительным. Плотность, недостаток большого количества влаги и кислорода создают условия, при которых бактерии не будут расти очень быстро. Условия здесь гораздо менее благоприятные, чем при созревании сливок, и бактерии не размножаются с такой скоростью, как в сливках. Действительно, рост этих организмов во время созревания происходит чрезвычайно медленно по сравнению с возможностями роста бактерий, которые мы уже заметили. Тем не менее, бактерии размножаются в сыре, и по мере созревания их становится все больше и больше, хотя их количество колеблется, повышаясь и понижаясь в разных условиях.

Когда предпринимается попытка определить связь различных видов созревания с различными видами бактерий, она до сих пор не увенчалась большим успехом. То, что различные вкусовые качества обусловлены созреванием, производимым разными видами бактерий, представляется почти несомненным, если вспомнить, как мы уже заметили, различные виды разложения, производимые разными видами бактерий. Более того, казалось бы, не должно быть очень сложно отделить от созревшего сыра присутствующие бактерии и таким образом получить вид бактерий, необходимый для достижения желаемого созревания. Но по какой-то причине на практике это оказывается не так просто, как кажется в теории. Из сыров было выделено множество различных видов бактерий. Один бактериолог, изучая несколько сыров, выделил из них около восьмидесяти различных видов, а другие обнаружили, возможно, еще столько же из

разных источников. Более того, были проведены эксперименты со значительным количеством этих различных видов бактерий, чтобы определить, способны ли они производить нормальное созревание. Эти эксперименты заключаются в приготовлении сыра из молока, которое было очищено от содержащихся в нем бактерий и в которое было внесено большое количество рассматриваемых видов. До сих пор эти эксперименты были не очень удовлетворительными. В некоторых случаях кажется, что сыр созревает едва ли вообще; в других случаях созревание происходит, но полученный сыр имеет своеобразный характер, совершенно непохожий на сыр, который желательно имитировать. В последнее время были проведены один или два эксперимента, которые дают немного больше шансов на успех, чем предыдущие, поскольку при созревании были использованы несколько видов бактерий, что, по мнению авторов, сулит многообещающий успех. Сыр, изготовленный из молока, искусственно модифицированного этими видами, созревает удовлетворительным образом и придает желаемый вкус, хотя до настоящего времени ни в одном из этих экспериментов не было получено типичного нормального созревания.

Но эти эксперименты неопровержимо продемонстрировали, что аномальное созревание, которое часто встречается на сыроварнях, связано с присутствием в молоке нежелательных видов бактерий. Многие эксперименты по изготовлению сыров с использованием искусственных культур бактерий привели к получению явно ненормальных сыров. У многих произведенных таким образом сыров наблюдались дефекты созревания, идентичные тем, которые действительно происходят на сыроварне. Было обнаружено несколько различных видов бактерий, которые при искусственном использовании таким образом для созревания сыра приводят к пористости и аномальному набуханию уже упомянутого сыра (рис. 24). Другие производили сыр неприятного вкуса, и в этой области было сделано достаточно, чтобы с уверенностью продемонстрировать, что ненормальное созревание сыра происходит в первую очередь из-за роста в нем неподходящих видов. Из сыров был выделен довольно длинный список видов бактерий, вызывающих аномальное созревание, которые были изучены бактериологами и с которыми проводились эксперименты. В результате этого исследования аномального созревания был предложен метод частичного контроля над ними — их устранения. Метод заключается просто в проверке бродильных качеств используемого молока. Небольшим образцам молока с разных молокозаводов дают постоять на сыроварне самостоятельно, пока оно не подвергнется нормальному скисанию. Если происходящее таким образом брожение или скисание носит нормальный характер, молоко считается пригодным для производства сыра. Но если ферментация, происходящая в каком-либо конкретном образце молока, необычна; если образуется чрезмерное количество пузырьков газа или возникают неприятные запахи и вкусовые ощущения, образец считается неблагоприятным для производства сыра и, вероятно, приведет к неправильному созреванию сыров. Таким образом, молоко из этого источника будет исключено из состава молока, которое будет использоваться при производстве сыра. Это, конечно, предварительный и неудовлетворительный метод контроля созревания, и все же он представляет определенную практическую ценность для производителей сыра. Это единственный метод, который до сих пор был предложен для контроля созревания плодов.

Наши бактериологи, конечно, вполне уверены, что в будущем в этом направлении будет получено больше практических результатов, чем в прошлом. Если верно, что сыры созревают под действием бактерий; если верно, что различные качества сыра обусловлены ростом различных видов бактерий во время созревания, то, по-видимому, возможно получить соответствующий вид бактерий и предоставить их производителю сыра для искусственной

инокуляции его сыра, точно так же, как стало возможным поставлять искусственно выращенные дрожжи пивовару, и как стало возможным поставлять искусственно выращенные бактерии производителю масла. Однако мы должны признать, что это вопрос будущего. До настоящего времени не было получено никаких практических результатов в отношении бактерий, которые наши производители сыра могли бы использовать для того, чтобы с какой-либо точностью контролировать этот процесс созревания сыра.

Таким образом, будет видно, что в этом последнем молочном продукте бактерии играют даже более важную роль, чем в любом другом. Пищевая ценность сыра зависит от присутствующего в нем казеина. Однако рыночная цена полностью зависит от вкуса, а этот вкус является продуктом роста бактерий. Таким образом, производство сыра полностью зависит от действия бактерий; и когда наши бактериологи в будущем смогут исследовать этот вопрос дальше, представляется, по крайней мере, возможным, что они смогут получить какие-то средства, позволяющие производителю сыра точно контролировать процесс созревания. Не только это, но и признание большого разнообразия вкусов сыра и признание того, что различные виды бактерий, несомненно, производят разные виды продуктов разложения, представляется, по крайней мере, возможным, что наступит время, когда производитель сыра сможет по желанию придать своему сыру любой особенножелаемый вкус путем добавления в него определенных видов бактерий или определенных смесей видов бактерий, которые, как было обнаружено, дают желаемый эффект.

ГЛАВА IV.

БАКТЕРИИ В ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССАХ.—СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО.

До сих пор, рассматривая отношения бактерий к человечеству, мы принимали во внимание только искусство и промышленность и обнаружили, что бактерии играют немалую роль во многих отраслях нашей современной цивилизованной жизни. Они настолько важны, что нет никого, кто не подвергся бы их непосредственному воздействию. В нашей жизни вряд ли найдется момент, когда мы не использовали бы некоторые из прямых или косвенных продуктов бактериального действия. Однако теперь мы переходим к рассмотрению вопроса еще более фундаментальной важности; ибо, когда мы приступаем к изучению бактерий в природе, мы обнаруживаем, что существуют определенные естественные процессы, связанные с жизнью животных и растений, которые в корне основаны на их способностях. Живая природа кажется безграничной, поскольку жизненные процессы протекали в мире на протяжении бесчисленных веков с кажущейся неизменной энергией. В самом низу мы находим это нескончаемое проявление жизненной силы, зависящее от определенной деятельности микроорганизмов. Это настолько верно, что, как мы обнаружим после краткого рассмотрения, продолжение жизни на поверхности земли было бы невозможно, если бы действие бактерий сдерживалось в течение сколь-нибудь значительного периода времени. Короче говоря, жизнь на земном шаре зависит от этих микроорганизмов.

БАКТЕРИИ КАК ПАДАЛЬЩИКИ.

Во-первых, мы можем заметить ценность этих организмов просто как падальщиков, поддерживающих поверхность земли в надлежащем состоянии для роста животных и растений. Большое дерево в лесу умирает и падает на землю. Какое-то время ствол дерева остается

массивной конструкцией, но с течением месяцев в нем происходят медленные изменения. Кора размягчается и отваливается от древесины. Древесина также становится более или менее размягченной; затем на нее нападают насекомые; ее плотность уменьшается все больше и больше, пока, наконец, она не рассыпается в мягкую, коричневатую, порошкообразную массу, и в конце концов вся она погружается в почву, зарастает мхами и другой растительностью, и ствол дерева исчезает из виду. Точно так же тело мертвого животного подвергается процессу размягчения своих тканей в результате разложения. Более мягкие части тела быстро рассасываются, и даже сами кости в конце концов покрываются почвой и распадаются, пока со временем они тоже не исчезают из любого видимого существования. Весь этот процесс представляет собой процесс разложения, и результатом является разложение твердой массы тела дерева или животного. Что с ним стало? Ответ содержит в себе секрет вечной свежести Природы. Часть его рассеялась в воздухе в виде газов и водяного пара; часть изменила свой состав и попала в почву, конечным результатом чего является то, что тело растения или животного исчезает как таковое, а его вещество превращается в газообразную форму, которая рассеивается в воздухе, или в простые соединения, которые оседают в земле.

Во всем этом процессе распада органической жизни бактерии играют наиболее важную роль. В случае разложения древесного вещества ствола дерева процесс начинается с помощью плесени, поскольку только эта группа организмов, по-видимому, способна поражать такую твердую древесную структуру. Более поздняя часть распада, однако, в значительной степени осуществляется бактериальной жизнью. При разложении тканей животных возбудителями являются только бактерии. Таким образом, процесс, посредством которого органическое вещество рассеивается в воздухе или попадает в почву, в первую очередь контролируется бактериальной жизнью.

Рассматривая этот вопрос с чисто механической точки зрения, трудно переоценить важность бактерий в том, что они действуют как падальщики. Если мы на мгновение задумаемся о состоянии мира, если бы не существовало таких разлагающих веществ, способных очистить земную поверхность от мертвых тел животных и растений, мы увидим, что земля уже давно была бы непригодна для жизни. Если бы мертвые тела растений и животных прошлых эпох просто накапливались на поверхности земли без каких-либо сил, способных превратить их в простые соединения для рассеивания, то самим своим объемом они бы уже давно полностью покрыли поверхность земли, так что не оставалось бы места для дальнейшего роста растений и животных. Таким образом, чисто механическим способом бактерии как агенты разложения необходимы для поддержания поверхности земли свежей и незагроможденной, чтобы жизнь могла продолжаться.

БАКТЕРИИ КАК УЧАСТНИКИ ПИЩЕВОГО ЦИКЛА ПРИРОДЫ.

Но на этом дело ни в коем случае не заканчивается. Когда мы задумываемся об этом, вызывает немалое удивление тот факт, что поверхность земли была способна продолжать производить животных и растения на протяжении многих миллионов лет, в течение которых существовала жизнь. И растения, и животные нуждаются в пище, причем животные полностью зависят от растений в этом отношении. Растения, однако, наравне с животными нуждаются в пище, и хотя значительную часть своей пищи они получают из воздуха, все же немалая ее часть поступает из почвы. Таким образом, перед нами встает вопрос о том, почему почва еще не исчерпала запасы

пищи. Как могла почва продолжать поддерживать растения год за годом в течение миллионов лет и при этом оставаться такой же плодородной, как всегда?

Объяснение этого явления заключается в простом факте, что природные процессы таковы, что одна и та же пища используется снова и снова, сначала растением, затем животным, а затем снова растением, и нет необходимости в каком-либо завершении процесса, пока солнце дает энергию для поддержания непрерывной циркуляции. Одна из фаз этого перехода пищи от животного к растению и от растения к животному знакома почти каждому. Хорошо известный факт, что животные при дыхании потребляют кислород, но выдыхают его снова в сочетании с углеродом в виде углекислого газа. С другой стороны, растения в течение своей жизни потребляют углекислый газ и снова выдыхают кислород в виде свободного кислорода. Таким образом, каждое из этих царств использует выделяемый продукт другого, и этот процесс может продолжаться бесконечно, животные обеспечивают нашу атмосферу большим количеством углекислоты для жизни растений, а растения в то же время выделяют в атмосферу достаточное количество кислорода для жизни животных. Таким образом, кислород переходит по бесконечному кругу от животного к растению и от растения к животному.

Аналогичный цикл справедлив для всех других продуктов животного и растительного мира, хотя в отношении остальных операция более сложная и для завершения цепочки требуется больше участников. Перевод вещества посредством серии изменений, посредством которых оно переводится из состояния, в котором оно является надлежащей пищей для растений, обратно в состояние, когда оно снова является надлежащей пищей для растений, является одним из интересных открытий современной науки, и в котором, как мы увидим, бактерии играют наиболее важную роль. Этот пищевой цикл в общих чертах проиллюстрирован прилагаемой схемой; но для того, чтобы понять ее, необходимо объяснение различных этапов этого цикла.

Следует заметить, что в нижней части круга, представленного на рис. 25, в точке А, указаны различные ингредиенты, которые содержатся в почве и образуют растительную пищу. Растительная пища, как можно видеть на рисунке, частично получается из воздуха в виде углекислого газа и воды; но другая часть поступает из почвы. Среди компонентов почвы наиболее заметными являются нитраты, которые представляют собой формы азотистых соединений, наиболее легко усваиваемых растениями в качестве источника этого важного элемента. Следует также отметить, что в почве есть и другие соединения, которые обеспечивают растения частью их питания, — соединения, содержащие калий, фосфор и некоторые другие элементы. Однако для простоты они будут опущены из рассмотрения. Начиная с нижней стадии цикла (рис. 25 А), растительная жизнь поглощает газы из воздуха и эти продукты питания из почвы и с помощью энергии, получаемой от солнечных лучей, превращает эти простые химические соединения в более сложные. Это дает нам второй этап, как показано на рис. 25 Б, получения продуктов жизнедеятельности растений. Эти продукты растительной жизни состоят из таких материалов, как сахар, крахмалы, жиры и белки, все из которых были произведены растением из ингредиентов, поступающих в него из почвы и воздуха, а также с помощью солнечных лучей. Эти продукты растительной жизни теперь составляют пищу для животного царства. Крахмалы, жиры и протеиды являются пищей животного происхождения, и только такими сложными организмами может питаться животное царство. Животный мир, стоящий высоко в круге, не способен извлекать свои питательные вещества из почвы, но должен питаться более сложной пищей, произведенной растительной жизнью. Эти сложные пищевые продукты теперь поступают в организм животного и занимают

свое место в его организме. В результате жизнедеятельности животных часть пищевых продуктов сразу же разлагается на углекислоту и воду, которые, будучи выброшенными в воздух, сразу же возвращаются в состояние, в котором они снова могут служить растительной пищей. Таким образом, эта часть продукта снова возвращается на дно круга (рис. 25, пунктирные линии). Но хотя верно, что животные таким образом сокращают количество некоторых своих пищевых продуктов до простого состояния углекислоты и воды, это не относится к большинству пищевых продуктов, содержащих азот. Азотистая пища так же необходима для жизни, как и углеродистая, и животные не сокращают количество своей азотистой пищи до состояния, при котором растения могут питаться ею. В то время как растения снабжают их азотистой пищей, они не могут вернуть ее растениям. Часть азотистой пищи животные превращают в новые альбумины (рис. 25 В); но часть их они сразу же восстанавливают до несколько более простого состояния, известного как мочевина. Мочевина - это форма, в которой азот обычно выводится из организма животных. Но мочевина не является растительной пищей; обычные растения совершенно неспособны ее использовать. Часть азота, потребляемого животным, накапливается в его организме, и, таким образом, тело животного после его смерти содержит эти азотистые соединения высокой сложности. Но растения не способны использовать эти соединения. Растение не может питаться ни мышечной тканью, ни жирами, ни костями, поскольку это соединения настолько сложные, что простое растение вообще не в состоянии их использовать. Таким образом, до сих пор в пищевом цикле соединения, взятые из почвы, превращались во все более и более сложные соединения; они достигли вершины этого круга, и ни одна их часть, за исключением части углерода и кислорода, не восстановилась снова до растительной пищи. Для того чтобы этот материал снова стал способен вступать в жизнь растений, чтобы снова пройти кругооборот, необходимо, чтобы он был еще раз переведен из своего чрезвычайно сложного состояния в более простое.

Теперь вступают в игру эти органы разложения, которые мы изучали под руководством падальщиков. Следует заметить, что следующий шаг в пищевом цикле делают бактерии разложения. Эти организмы, существующие, как мы уже видели, в воздухе, в почве, в воде и всегда готовые ухватиться за любое органическое вещество, которое может обеспечить их пищей, питаются продуктами животной жизни, будь то такие продукты, как мышечная ткань, или жир, или сахар, или выделяемые продукты животной жизни, такие как мочевина, и производят в них уже замеченные химические изменения разложения. В результате этого химического разложения сложные тела распадаются на все более простые соединения, и конечным результатом является очень тщательное разрушение организма животного или материала, выделяемого животной жизнью, и его превращение в формы, достаточно простые для повторного использования растениями в качестве пищи. Таким образом, бактерии являются необходимым звеном, соединяющим организм животного или выделения из организма животного, снова с почвой и, следовательно, с той частью круга, в которой материал может снова служить растительной пищей.

Но при разложении, которое, таким образом, происходит под действием гнилостных бактерий, очень часто случается, что часть пищевого материала распадается на соединения, слишком простые для использования в качестве растительной пищи. Как видно из диаграммы (рис. 25 Г), часть продуктов расщепления, образующихся в результате разрушения этих продуктов животного происхождения, принимает форму углекислого газа и воды. Эти ингредиенты сразу становятся пригодными для жизни растений, как показано пунктирными линиями. Они уносятся в воздух, и зеленые листья растительности повсюду снова захватывают их, ассимилируют и

используют в качестве пищи. Таким образом, углерод и кислород завершили цикл и снова вернулись в то положение в круге, с которого они начали. Однако что касается азотной составляющей пищевых продуктов, то очень часто случается так, что продукты, образующиеся в результате процессов разложения, еще не находятся в надлежащем состоянии для употребления в пищу растениям. Они приведены в состояние, на самом деле слишком простое для использования растениями. В результате этих гнилостных изменений азотистые продукты жизнедеятельности животных часто распадаются на такие простые соединения, как аммиак (NH_3), или на соединения, которые химики называют нитритами (рис. 25, Г). В настоящее время эти соединения обычно недоступны для растений. Пышная растительность земного шара извлекает свой азот из почвы в форме более сложной, чем любое из упомянутых здесь соединений; ибо, как мы видели, именно нитраты в основном обеспечивают растения азотным фактором питания. Но нитраты содержат значительное количество кислорода. Аммиак, который является одним из продуктов гнилостного разложения, не содержит кислорода, а нитриты, еще один фактор, содержат меньше кислорода, чем нитраты. Таким образом, эти тела слишком просты для растений, чтобы использовать их в качестве источника азота. Химическое разрушение пищевого материала, возникающее в результате действия гнилостных бактерий, является слишком тщательным, и азотистые пищевые продукты еще не в том состоянии, чтобы их можно было использовать растениями.

Теперь речь идет о еще одном классе микроорганизмов, существование которых было продемонстрировано нам в течение последних нескольких лет. В почве повсюду, особенно в плодородной почве, присутствует класс бактерий, получивший название нитрифицирующих бактерий (рис. 26). Эти организмы растут в почве и питаются почвенными ингредиентами. В течение своей жизни они оказывают примерно такое же действие на только что упомянутые простые продукты расщепления азота, какое, как мы уже заметили, виды, производящие уксус, оказывают на спирт, а именно, вызывают соединение с кислородом. По-видимому, существует несколько различных видов нитрифицирующих бактерий с разной способностью. Некоторые из них вызывают окисление азотных продуктов, посредством которых аммиак соединяется с кислородом и образует ряд продуктов, в конечном итоге приводящих к образованию нитратов (рис. 26). Под действием других веществ еще более высокие азотистые соединения, включая нитриты, дополнительно окисляются и образуются в виде нитратов. Таким образом, эти нитрифицирующие организмы образуют последнее звено в цепи, связывающей царство животных с царством растений (рис. 25, пункт 4). Ибо после того, как нитрифицирующие организмы окисляют азотпродукты расщепления, результаты окисления в виде нитратов или азотной кислоты остаются в почве и теперь могут быть усвоены корнями растений и снова начать свое путешествие по пищевому циклу. Таким образом, будет видно, что в то время как растения, накапливая соединения, образуют связующее звено между почвой и животным миром, бактерии на другой половине цикла, снова сокращая их количество, дают нам связующее звено между животным миром и почвой. Пищевой цикл был бы столь же неполным без участия бактериальной жизни, сколь и без участия растительной.

Но даже сейчас пищевой цикл не завершен. Некоторые процессы разложения, по-видимому, приводят к тому, что часть азота вылетает из круга по касательной. В процессе разложения, которое происходит под действием микроорганизмов, значительная часть азота выбрасывается в воздух в виде свободного азота. Когда кусок мяса разлагается, часть мяса, действительно, превращается в аммиак или другие азотистые соединения, но если позволить гниению продолжаться, в конце концов значительная его часть распадется на еще более простые

формы, и азот, наконец, будет рассеян в воздухе в виде свободного азота. Это рассеивание свободного азота в воздух происходит во всем мире везде, где происходит гниение. Везде, где происходят продукты разложения азота, некоторое количество свободного азота удаляется. Теперь эта часть азота вышла за пределы досягаемости растений, поскольку растения не могут извлекать свободный азот из воздуха. На диаграмме это представлено как часть материала, которая с помощью бактерий разложения была выброшена из цикла по касательной (рис. 25 E). Из этого, конечно, будет ясно, что запасы азотистой пищи, должно быть, постоянно уменьшаются. Возможно, изначально почва была снабжена определенным количеством азотистых соединений, но если продукты разложения вызывают рассеивание значительных количеств этого азота в воздухе, из этого ясно следует, что общее количество азотистой пищи, от которой может зависеть животный и растительный миры, постоянно уменьшается в результате такого рассеивания.

Существуют еще другие методы, с помощью которых азот теряется из пищевого цикла. Во-первых, мы можем заметить, что обычные процессы вегетации приводят к постепенному истощению почвы и выбросу содержащегося в ней азота в океан. Тело любого животного или любого растения, которому выпадает шанс упасть в ручей или реку, в конечном итоге уносится в море, а продукты его разложения попадают в океан и, конечно же, попадают в почву. Итак, хотя это постепенное извлечение азота из почвы с помощью дренажа происходит медленно, оно, тем не менее, является надежным. В наши годы цивилизованной жизни это происходит гораздо быстрее, чем в прежние времена, поскольку продукты переработки почвы поступают в город, а затем выбрасываются в его сточные воды. Наши города, затем, с нашей нынешней системой удаления сточных вод, высасывают из почвы азотистые соединения и выбрасывают их.

В еще одном направлении следует отметить, что наши азотные соединения теряются для жизни растений, а именно из-за использования различных азотных соединений для образования взрывчатых веществ. Порох, нитроглицерин, динамит, фактически, почти все взрывчатые вещества, которые используются во всем мире для самых разных целей, представляют собой соединения азота. При их взрыве азот соединения выбрасывается в воздух в виде газа, большая часть которого находится в виде свободного азота. Основа, из которой изготавливаются взрывчатые вещества, содержит азот в той форме, в которой он может быть использован растениями. Селитра, например, одинаково хороша как удобрение, так и как основа для пороха. Продуктами взрыва являются газы, которые больше не могут использоваться растениями, итаким образом, каждый взрыв азотистых соединений способствует постепенному рассеиванию азотистых продуктов, забирая их из запасов растительной пищи и выбрасывая их.

Все эти факторы способствуют уменьшению количества материала, циркулирующего в пищевом цикле Природы, и, таким образом, в конечном итоге, по-видимому, неизбежно ведут к прекращению жизненных процессов; ибо как только почва исчерпает свои азотистые соединения, так же скоро прекратится жизнь растений из-за недостатка питания, и за этим быстро последует исчезновение животной жизни. Именно эта потеря азота в значительной степени вынуждает наших аграриев закупать удобрения. Однако последние пятнадцать лет показали нам, что и здесь мы можем рассматривать наших друзей, бактерии, как средства противодействия этой тенденции к рассеянию в общих процессах Природы. Бактериальная жизнь, по крайней мере, двумя различными способами, по-видимому, выполняет функцию извлечения из атмосферы большей или меньшей части этого рассеянного свободного азота.

Во-первых, за последние несколько лет было обнаружено, что почва, полностью свободная от всех распространенных растений, но содержащая определенные виды бактерий, если оставить ее в контакте с воздухом, будет медленно, но верно увеличивать количество содержащихся в ней соединений азота. Эти азотистые соединения явно вырабатываются бактериями в почве; ибо, если бактерии не присутствуют, они не накапливаются, а они накапливаются неизбежно, если бактерии присутствуют в надлежащем количестве и соответствующего вида. По-видимому, как правило, эта фиксация азота осуществляется не каким-либо одним видом микроорганизмов, а двумя или тремя из них, действующими совместно. Были обнаружены определенные комбинации бактерий, которые при посеве в почву приводят к такой фиксации азота, но ни один из видов не способен добиться такого результата в одиночку. Мы не знаем, до какой степени эти организмы распространены в почве и насколько широко происходит фиксация азота посредством бактериальной жизни. Было доказано, что он существует, лишь в течение короткого времени, но мы должны рассматривать бактерии в почве как один из факторов восстановления из атмосферы рассеянного свободного азота.

Второй метод, с помощью которого бактерии помогают восстанавливать этот потерянный азот, заключается в совместном действии определенных видов бактерий и некоторых высших растений. Обычные зеленые растения, как уже отмечалось, неспособны использовать свободный азот атмосферы. Однако около пятнадцати лет назад было обнаружено, что некоторые виды растений, главным образом большое семейство бобовых, к которому относятся горох, фасоль, клевер и т.д., способны при выращивании на почве, бедной азотом, получать азот из какого-либо другого источника, кроме почвы, в которой они растут. Растение гороха, посаженное в почву, не содержащую азотных продуктов, и поливаемое водой, не содержащей азота, после прорастания и длительного выращивания будет обнаружено, что в его тканях накопилось значительное количество фиксированного азота. Очевидно, что единственным источником этого азота был воздух, который омывает листья растения или проникает в почву и омывает его корни. Этот факт сначала оспаривался, но впоследствии был доказан как истинный, и позже было обнаружено, что он связан с совместным действием этих бобовых и определенных почвенных бактерий. Когда бобовое растение таким образом получает азот из воздуха, на его корнях образуются небольшие пучки, известные как корневые клубеньки или корневые бугорки. Узелки иногда бывают размером с головку пшеницы, а иногда намного больше этого, иногда достигая размера крупной горошины или даже больше. При микроскопическом исследовании оказывается, что они представляют собой небольшие гнезда бактерий, каким-то образом почвенные организмы (рис. 27) проникают в корни прорастающего растения и, найдя там благоприятную среду, развиваются в значительных количествах и образуют корневые бугорки в корне. Теперь, благодаря какому-то совершенно неизвестному процессу, бобовым и бактериям, растущим вместе, удастся извлекать азот из атмосферы, которой пропитана почва, и фиксировать этот азот в бугорках и корнях в форме азотистых соединений. В результате после соответствующего периода роста количество фиксированного азота в растении значительно увеличилось (рис. 25, E).

Это, конечно, служит отправной точкой для восстановления утраченного атмосферного азота. Бобовое растение продолжает жить своей обычной жизнью, возможно, увеличивая запасы азота в своих корнях, стеблях и листьях в течение всего своего нормального роста. Впоследствии, закончив свою обычную жизнь, растение погибнет, и тогда корни, стебли и листья, упав на землю и оказавшись погребенными, будут захвачены уже упомянутыми бактериями разложения. Азот, который таким образом закрепился в их тканях, претерпит уже

описанные деструктивные изменения. В конечном итоге это приведет к образованию нитратов. Таким образом, часть потерянного азота снова возвращается в почву в виде нитратов и теперь может снова отправиться по своему пути в пищевом цикле.

Таким образом, будет видно, что пищевой цикл является завершенным. Начиная с минеральных ингредиентов в почве, пищевое вещество может начать свой круговорот из почвы к растению, от растения к животному, от животного к бактерии и от бактерии через ряд других бактерий обратно в почву в том состоянии, в котором оно началось. Если, возможно, при этом движении по кругу часть азота выбрасывается по касательной, он тоже возвращается обратно в круг с помощью бактериальной жизни. И таким образом, пищевой материал животных и растений продолжает свою непрерывную циркуляцию. Именно солнечный свет обеспечивает энергию для движения. Именно солнечный свет заставляет пищу двигаться по кругу и поддерживает бесконечные изменения; и пока солнце продолжает светить на землю, кажется, нет причин, по которым этот процесс должен когда-либо прекратиться. Именно эта повторяющаяся циркуляция сделала возможным продолжение жизни на протяжении миллионов и миллионов лет истории земли. Именно эта непрерывная циркуляция делает жизнь все еще возможной, и только тот факт, что пища, таким образом, способна постоянно циркулировать от животного к растению и от растения к животному, делает возможным продолжение существования живого мира. Но, как мы уже видели, одна половина этого великого цикла изменения питания зависит от жизнедеятельности бактерий. Без бактериальной жизни тело животного и его выделения никогда не смогли бы снова оказаться в пределах досягаемости растения; и, таким образом, если бы не действие этих микроорганизмов, пищевой цикл был бы неполным и жизнь не могла бы бесконечно продолжаться на поверхности земли. В самом основании сохранение нынешнего состояния Природы и существование жизни в течение прошлой истории мира было фундаментально основано на повсеместном присутствии бактерий и на их постоянном действии в связи как с разрушительными, так и с созидательными процессами.

ОТНОШЕНИЕ БАКТЕРИЙ К СЕЛЬСКОМУ ХОЗЯЙСТВУ.

Мы уже заметили, что бактерии играют важную роль в некоторых отраслях сельского хозяйства, особенно в молочной промышленности. Из рассмотрения только что обсужденных вопросов становится очевидным, что эти организмы должны иметь еще более тесное отношение к занятию фермера. В основе земледелия лежит выращивание растений и животных, и мы уже видели, насколько важны бактерии для продолжения животной и растительной жизни. Но помимо этих теоретических соображений, небольшое исследование показывает, что фермер использует бактерии, как правило, совершенно бессознательно, но, тем не менее, позитивно.

ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН.

Даже на прорастание семян после их посева в почву влияет бактериальная жизнь. Когда семена помещают во влажную почву, они прорастают под воздействием тепла. Богатый белковый материал, содержащийся в семенах, обеспечивает превосходную пищу, и поскольку в почве изобилуют бактерии, неизбежно, что они будут расти в семенах и питаться ими. При избытке влаги и высокой температуре они очень часто так быстро разрастаются в семени, что разрушают его жизнедеятельность как саженца. В результате семя гниет в земле. Однако в обычной почве это происходит нечасто. Но даже здесь бактерии размножаются в семенах, хотя и не в таком изобилии, чтобы нанести какой-либо вред. Действительно, утверждалось, что их присутствие в семенах в небольших количествах необходимо для правильного прорастания

семян. Утверждалось, что их рост приводит к размягчению пищевого материала в семени, так что молодой саженец может с большей готовностью поглощать его для собственного питания, и что без такого размягчения семя остается слишком твердым для использования растением. Однако в этом вполне можно усомниться, поскольку семена, по-видимому, могут достаточно хорошо прорасти и без помощи бактерий. Но, тем не менее, бактерии размножаются в семени во время его прорастания и, таким образом, помогают растению размягчать пищевой материал. Мы не можем считать их необходимыми для прорастания семян. Вполне можно утверждать, что обычно они играют по крайней мере второстепенную роль в этом фундаментальном жизненном процессе, хотя неясно, в какой-либо значительной степени это способствует росту проростков.

БУНКЕР.

При обращении с силосом фермер, несомненно, сталкивается с еще одной серьезной бактериологической проблемой. В попытке сохранить выращенный летом корм для зимнего употребления животными ему мешает активность обычных бактерий. Если пища остается влажной, она обязательно подвергнется разложению и за короткое время испортится как корм для животных. Поэтому фермер считает необходимым сушить некоторые виды продуктов, например сено. В то время как он может таким образом консервировать некоторые продукты, с другими обращаться подобным образом нельзя. Большая часть выращиваемых на ферме растений, таких как кукурузные стебли, хороши в свежем виде, но в сушеном виде не представляют особой ценности. Фермер на основе опыта и наблюдений открыл метод борьбы с ростом бактерий, который позволяет ему избежать их обычного пагубного воздействия. Это достигается с помощью силоса. Силос представляет собой большой, массивный ящик, который открывается только сверху. В силосе зеленые корма упакованы плотно, и при заполнении исключается любой доступ воздуха, кроме как к его поверхности. При таких условиях пища остается влажной, но, тем не менее, не подвергается обычному брожению и гниению и может храниться месяцами, не подвергаясь порче. Продукты, находящиеся в таком бункере, могут быть извлечены через несколько месяцев после упаковки и по-прежнему будут признаны пригодными для употребления в пищу. Это правда, что он несколько изменил свой характер, но он не разложился и охотно поедается скотом.

Мы все еще ничего не знаем о природе изменений, которые происходят с продуктами во время хранения в бункере. Продукты не предохраняются от брожения. Когда силос фасуется медленно, происходит очень интенсивное брожение, в ходе которого масса нагревается до высокой температуры (от 140 до 160 градусов по Фаренгейту). Этот нагрев производится определенными видами бактерий, которые легко размножаются даже при такой высокой температуре. Ферментация в определенной степени расходует воздух в бункере и приводит к осаждению материала, что еще больше исключает доступ воздуха. Первая ферментация вскоре прекращается, а затем происходят только медленные изменения. Некоторые кислотообразующие бактерии через некоторое время начинают медленно размножаться, и со временем силос становится несколько кисловатым из-за выработки уксусной кислоты. Но отсутствие доступа воздуха, плотная упаковка и небольшое количество влаги, по-видимому, предотвращают рост распространенных гнилостных бактерий, и силос остается вкусным в течение длительного времени. При других способах заполнения силоса продукты очень быстро упаковываются и плотно укладываются друг на друга, чтобы с самого начала исключить попадание как можно большего количества воздуха. В этих условиях недостаток влаги и воздуха в значительной степени препятствует ферментативному действию. Растут только определенные

кислотообразующие организмы, и то очень медленно. Существенным результатом в любом случае является то, что предотвращается рост обычных гнилостных бактерий, вероятно, из-за недостатка достаточного количества кислорода и влаги, и, таким образом, предотвращается разложение. Плотные упакованные продукты создают точно такие же неблагоприятные условия для роста обычных гнилостных бактерий, которые, как мы уже видели, создает сыр твердого прессования, и рост бактерий таким же образом сдерживается. Наши знания в этом вопросе пока очень скудны, но мы знаем достаточно, чтобы понимать, что успешное управление бункером зависит от манипуляций с бактериями.

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ.

Единственная обязанность фермера - добывать пищу из почвы. Это он делает либо непосредственно, выращивая зерновые культуры, либо косвенно, разводя животных, которые питаются продуктами почвы. В любом случае плодородие почвы является фундаментальным фактором его успеха. Это плодородие - подарок ему от бактерий.

Даже при первом образовании почвы он в определенной степени зависит от бактерий. Почва, как хорошо известно, образуется в значительной степени в результате измельчения горных пород в порошок. Это разрушение мы обычно называем выветриванием и рассматриваем его как результат воздействия влаги и холода на горные породы вместе с окисляющим действием воздуха. Несомненно, это правда, и воздействие выветривания в значительной степени является физическим и химическим. Тем не менее, в этом фундаментальном процессе разрушения горных пород бактериальное воздействие играет определенную роль, хотя, возможно, и незначительную. Некоторые виды бактерий, как мы видели, могут питаться очень простой пищей, находя в свободном азоте и карбонатах достаточно сложный материал для своей жизнедеятельности. Эти организмы, по-видимому, растут на голой поверхности горных пород, усваивая азот из воздуха и углерод из некоторых широко распространенных карбонатов или из CO_2 в воздухе. Выделяемые ими продукты кислотной природы способствуют размягчению горных пород и, таким образом, помогают выполнить первый этап выветривания.

Однако почва не вся состоит из измельченных горных пород. Кроме того, она содержит различные ингредиенты, которые в сочетании делают ее плодородной. Среди них различные сульфаты, которые составляют важные компоненты растительной пищи. Эти сульфаты, по-видимому, образуются, по крайней мере частично, под действием бактерий. При разложении белков образуется, среди прочего, сероводород (H_2S). Этот газ, который часто встречается в атмосфере, окисляется в результате роста бактерий до серной кислоты, и он является основной частью почвенных сульфатов. Отложению фосфатов железа и силикатов железа, вероятно, также в определенной степени способствует действие бактерий. Все эти процессы являются факторами формирования почвы. Вне всякого сомнения, разрушение горных пород, которое происходит повсюду в Природе, является главным образом результатом физических и химических изменений, но есть основания полагать, что физическим и химическим процессам, по крайней мере в незначительной степени, способствует бактериальная жизнь.

Более важным фактором плодородия почвы является содержание в ней азота, без которого она совершенно бесплодна. Происхождение этих азотных компонентов было более или менее загадкой. Плодородная почва повсюду содержит нитраты и другие соединения азота, и в некоторых частях мира имеются большие скопления этих соединений, например, нитратные заросли Чили. То, что они произошли в конечном счете из свободного атмосферного азота,

кажется несомненным, и были предприняты различные попытки объяснить метод этой азотфиксации. Было высказано предположение, что электрические разряды в воздухе могут образовывать азотную кислоту, которая затем легко соединяется с ингредиентами почвы с образованием нитратов. Однако нет особых оснований полагать, что это очень важный фактор, но в почвенных бактериях мы, несомненно, находим эффективное средство для этой азотфиксации. Как уже было видно, бактерии способны захватывать свободный атмосферный азот, превращая его в нитриты и нитраты. Мы также узнали, что они могут действовать совместно с бобовыми и некоторыми другими растениями, позволяя им фиксировать атмосферный азот и накапливать его в своих корнях. Этими двумя способами предотвращается истощение азотного компонента в почве в результате постоянно происходящих процессов рассеивания. Далее, мы должны представить, что каким-то подобным образом был получен исходный азотный компонент почвы. Такой органический агент - единственный из пока известных, который, по-видимому, был эффективен в обеспечении нетронутой почвы нитратами, и поэтому мы должны рассматривать бактерии как необходимые для первоначального плодородия почвы. Но с другой стороны, фермер по-прежнему напрямую зависит от бактерий. Наиболее важным фактором плодородия почвы является ее часть, называемая гумусом. Этот гумус очень сложный, и в разных почвах он в изобилии содержит азотистые соединения, а также сульфаты, фосфаты, сахар и многие другие вещества. Именно это отличает садовую почву от песчаной или богатую почву от стерильной. Если почву возделывать год за годом, ее пищевые ингредиенты медленно, но верно истощаются. Каждый год из гумуса что-то извлекается, и если это не заменить, почва перестанет поддерживать жизнь. Чтобы поддерживать постоянный урожай с почвы, фермер понимает, что он должен вносить удобрения более или менее постоянно.

Такое внесение удобрений - это просто подкормка сельскохозяйственных культур. Некоторые из этих удобрений фермер покупает и практически ничего не знает об их происхождении. Однако наиболее распространенным методом подкормки сельскохозяйственных культур является использование обычного навоза со скотного двора. Причину, по которой этот материал содержит растительную пищу, мы можем понять, поскольку он состоит из непереваренной части пищи вместе со всей мочевиной и другими выделениями животных и, следовательно, содержит, помимо различных минералов, все азотистые отходы животной жизни. Эти выделения поначалу непригодны для растительной пищи. Фермер по опыту знает, что такие выделения, прежде чем они будут хоть как-то полезны на его полях, должны пройти процесс медленного изменения, который иногда называют созреванием. Иногда на полях используется свежий навоз, но растения используют его только после созревания. Свежие экскременты животных практически не используются в качестве удобрения. Поэтому фермер обычно позволяет ему оставаться в кучах в течение некоторого времени, и он подвергается медленному изменению, которое постепенно приводит его в состояние, в котором он может быть использован растениями. Это созревание легко объясняется уже рассмотренными фактами: Свежие выделения животных состоят из различных высокосложных соединений азота, и созревание представляет собой процесс их разложения. Протеиды расщепляются на куски, а содержащиеся в них азотистые элементы восстанавливаются до формы нитратов, лейцина и т.д. Или даже до аммиака или свободного азота. Далее происходит второй процесс, уже отмеченный процесс окисления этих азотистых соединений, и аммиак и нитриты, образующиеся в результате разложения, превращаются в нитраты. Короче говоря, в этом созревающем навозе происходят процессы, описанные в первой части этой главы, в результате

которых сложные азотистые элементы сначала восстанавливаются, а затем окисляются с образованием растительной пищи. Созревание навоза - это одновременно аналитический и синтетический процесс. В результате анализа протеиды и другие вещества расщепляются на очень простые соединения, часть из которых действительно рассеивается в воздухе, но другие части задерживаются и затем окисляются, и эти последние становятся настоящими удобрительными материалами. Таким образом, благодаря бактериям компостная куча становится отличным источником растительной пищи для фермера. В эту компостную кучу он бросает мусор, солому, растительные и животные субстанции в целом или любые органические отбросы, которые могут оказаться под рукой. Различные бактерии захватывают все это и вызывают разложение, которое снова превращает его в растительную пищу. Таким образом, гниение компостной кучи представляет собой гигантское размножение бактерий.

Эти знания о процессе созревания еще больше учат фермера тому, как предотвращать отходы. При обычном разложении компостной кучи значительная часть азота теряется в воздухе в виде аммиака или свободного азота. Таким образом, даже его нитраты могут теряться под действием бактерий. Фермер полностью теряет эту порцию, и он может надеяться заменить ее либо путем приобретения нитратов в виде коммерческих удобрений, либо путем извлечения их из воздуха с помощью уже замеченных бактериальных агентов. Обладая знаниями, которыми он теперь располагает, он учится предотвращать эти отходы. При разложении одним из основных факторов потерь является аммиак, который, будучи газом, легко рассеивается в воздухе. Зная об этом распространенном результате действия бактерий, ученый сказал фермеру, что, добавляя определенные обычные химикаты в кучу разлагающегося навоза, химикаты, которые легко соединяются с аммиаком, он может сохранить большую часть азота в этой куче в виде солей аммиака, которые, однажды образовавшись, больше не проявляют тенденции рассеиваться в воздухе. Обычный гипс, или суперфосфаты, или гипсовая штукатурка легко соединяются с аммиаком, и они, добавленные в навозную кучу, в значительной степени противодействуют потере азота, что позволяет фермеру возвращать в почву большую часть азота, который был извлечен из нее его посевами и затем использован его скотом. Его овощные культуры превращают нитраты в протеиды. Его животные питаются протеидами и выполняют его работу или дают ему молоко. Затем его запас бактерий забирает выделенный или отброшенный азот и в его навозной куче снова превращает его в нитраты, готовые начать цикл еще раз. Это могло бы продолжаться почти бесконечно, если бы не два факта: фермер выбрасывает азотистые вещества со своей фермы вместе с молоком, зерном или другими азотистыми продуктами, которые он продает, и процессы разложения, как мы видели, выводят часть азота в воздух в виде свободного азота.

Чтобы справиться с этой чрезвычайной ситуацией и сократить потери, у фермера есть другой метод обогащения почвы, опять же зависящий от бактерий. Это так называемый зеленый навоз. Здесь определенные растения, которые усваивают азот из воздуха, выращиваются на поле для удобрения, и вместо сбора урожая его заделывают в почву. Или, возможно, можно собрать ботву, а остальное заделать в почву. Вспаханный таким образом растительный материал лежит в течение сезона и обогащает почву. Здесь почвенные бактерии вступают в игру в нескольких направлениях. Во-первых, если посеянная культура является бобовой, почвенные бактерии помогают ей усваивать азот из воздуха. Единственные растения, которые пригодны для этого сидерата, - это те, которые могут с помощью бактерий получать азот из воздуха и накапливать его в своих корнях. Во-вторых, после того, как урожай посеян в почву, различные разлагающие бактерии захватывают его, разлагая соединения на куски. Углерод в значительной степени

рассеивается в воздухе в виде углекислого газа, где его могут усваивать растения следующего поколения. Минералы и азот остаются в почве. Азотистые порции проходят ту же серию разложения и синтетических изменений, которые уже были описаны, и, таким образом, в конечном итоге азот, захваченный из воздуха в результате совместного действия бобовых и бактерий, превращается в нитраты и будет служить пищей для следующего набора растений, выращиваемых на той же почве. Таким образом, перед нами практический метод использования способности бактерий к усвоению азота и извлечения азота из воздуха для замены того, что было потеряно. Таким образом, проблема фермера с азотом в плодородной почве, по-видимому, решается надлежащим обращением с бактериями. В первую очередь, эти организмы заполнили его почву. Они превращают все отходы из его компостной кучи в простые тела, некоторые из которых превращаются в растительную пищу, в то время как другие при этом теряются. Наконец, их можно заставить восстанавливать этот потерянный азот, и фермер, как только он получит необходимые знания об этих фактах, сможет держать под своим контролем поступление этого важного элемента. Таким образом, постоянное плодородие почвы - это дар бактерий.

БАКТЕРИИ КАК ИСТОЧНИКИ НЕПРИЯТНОСТЕЙ ДЛЯ ФЕРМЕРА.

Хотя уже рассмотренные темы охватывают наиболее важные факторы сельскохозяйственной бактериологии, отношения фермера к бактериям на этом не заканчиваются. Эти организмы появляются в его жизни разными путями. Они не всегда являются его вспомогательными средствами, как в большинстве приведенных до сих пор примеров. Они вызывают болезни у его скота, как будет показано в следующей главе. Бактерии являются агентами разложения, и они с такой же вероятностью разлагают материал, который фермер желает сохранить, как и разлагают материал, который фермер желает подвергнуть процессу разложения. Они так же готовы наброситься на его фрукты и овощи, как на созревшие сливки. Кожица фруктов и овощей является умеренно хорошей защитой внутренних органов от нападения бактерий; но если кожа в каком-либо месте порвана, бактерии проникают внутрь и вызывают гниение, и для предотвращения этого фермер использует холодный погреб. Бактерии не позволяют фермеру сохранять мясо в течение длительного времени, если он каким-либо образом не остановит их рост. Они попадают в яйца его домашней птицы и портят их. Уже было замечено, что на молочных заводах они создают проблемы, препятствующие хранению молока. Если он сажает свои семена в очень влажную погоду, почвенные бактерии вызывают слишком быстрое разложение семян, и они гниют в земле вместо того, чтобы прорасти. Они издают неприятные запахи и являются причиной большинства специфических запахов, хороших и плохих, вокруг сарая. Они атакуют органическое вещество, попадающее в его колодец, ручей или пруд, разлагая его, наполняя воду неприятными и, возможно, ядовитыми продуктами, которые делают ее непригодной для питья. Они не только способствуют гниению упавшего дерева в его лесах, но и таким же образом поражают древесину, которую он хочет сохранить, особенно если она содержится во влажном состоянии. Таким образом, они в значительной степени способствуют постепенному разрушению деревянных конструкций. Следовательно, именно присутствие этих организмов заставляет его сушить сено, коптить окорока, готовить кукурузу для говядины, сохранять фрукты и овощи в прохладном состоянии и предотвращать появление синяков на коже, замораживать молочные продукты, защищать древесину от дождя, использовать камень вместо деревянного фундамента для зданий и т.д. Как правило, когда фермер желает избавиться от любого органического мусора, он полагается на бактерии, поскольку они являются его единственными агентами (помимо огня) для окончательного уничтожения

органического вещества. Когда он хочет превратить органические отходы в удобряющий материал, он использует бактерии из своей компостной кучи. С другой стороны, всякий раз, когда он желает сохранить органический материал, бактерии становятся врагами, от которых он должен тщательно защищаться.

Таким образом, жизнь фермера из года в год находится в теснейшей связи с бактериями. От них зависит сохранение плодородия его почвы и постоянное получение хороших урожаев. От них зависит, превратит ли он в пищу для растений все органические отходы из своего дома или из своего сарая. От них зависит пополнение его запасов азота. Именно эти организмы придают его молочной маслосбойне аромат масла и сыра. Но, с другой стороны, против них он должен быть постоянно начеку. Все его пищевые продукты должны быть защищены от их разрушительного действия. Таким образом, жизнь успешного фермера в значительной степени сводится к умелому управлению бактериальной активностью. Помогать им уничтожать или разлагать все, что он не желает сохранять, и предотвращать уничтожение ими органического материала, который он желает сохранить для использования в будущем, является целью значительной части сельскохозяйственного труда; и самый успешный фермер сегодня и, мы считаем, самый успешный фермер будущего - это тот, кто наиболее разумно и умело манипулирует этими гигантскими силами, предоставленными ему ростом его микроскопических союзников.

СВЯЗЬ БАКТЕРИЙ С УГЛЕМ. Еще одним природным процессом, в котором бактерии сыграли важную роль, является образование угля. Нет необходимости подчеркивать важность угля для современной цивилизации. Помимо его использования в качестве топлива, от которого зависит цивилизация, уголь является источником бесконечного разнообразия ценных продуктов. Это источник нашего осветительного газа, а аммиак - один из продуктов производства газа. Из угля также получают каменноугольную смолу, материал, из которого получают такой длинный ряд ценных веществ, как анилиновые красители, карболовую кислоту и т.д. Список продуктов, которыми мы обязаны углю, очень длинный, и ценность этого материала трудно переоценить. При приготовлении этих ингредиентов из угля бактерии не играют никакой роли. Большинство из них получают путем дистилляции. Но когда нас спросят о веществах, которые дали нам уголь из угольных пластов, мы обнаружим, что и здесь мы в большом долгу перед бактериями.

Уголь, как хорошо известно, образовался в результате накопления буйной растительности прошлых геологических эпох. Следовательно, он был непосредственно предоставлен нам растительностью зеленых растений прошлого, и, в целом, он представляет собой такое количество углекислого газа, которое эти растения извлекли из атмосферы. Но в то время как зеленые растения были активными агентами в производстве этой ассимиляции, бактерии играли важную роль в производстве угля в двух различных направлениях. Первое, по-видимому, заключается в обеспечении этих растений азотом. Без запаса фиксированного азота в почве эти растения каменноугольного периода не могли бы вырасти. Этот вопрос уже рассматривался. У нас нет абсолютных знаний о роли бактерий в обеспечении азотом этой растительности в прошлые эпохи, но есть все основания полагать, что в прошлом, как и в настоящем, основным источником органического азота была атмосфера, и он извлекался из атмосферы с помощью бактерий. В отсутствие какого-либо другого известного фактора мы можем с уверенностью предположить, что бактерии сыграли важную роль в этой фиксации азота, и что бактерии, следовательно, следует рассматривать как агенты, которые доставили нам азот, запасенный в угле.

Но на более поздней стадии углеобразования бактерии внесли более непосредственный вклад в образование угля. Уголь - это не просто накопленная растительность. Уголь наших угольных пластов сильно отличается по своему химическому составу от древесины деревьев. Он содержит гораздо более высокий процент углерода и более низкий процент водорода и кислорода, чем обычные растительные вещества. Превращение растительности каменноугольного периода в уголь сопровождалось постепенной потерей водорода и, как следствие, увеличением процентного содержания углерода. Именно это изменение увеличило плотность вещества и повысило ценность угля в качестве топлива. Теперь нет никаких сомнений относительно метода, с помощью которого этот древесный материал прошлого был преобразован в уголь. Тот же процесс, по-видимому, аналогичным образом происходит и сегодня в торфяных залежах различных северных стран. Опавшая растительность, деревья, стволы, ветви и листья скапливаются в виде массы и при подходящих условиях влажности и температуры начинают подвергаться ферментации. Обычно это действие бактерий, как уже отмечалось, вызывает почти полное, хотя и медленное окисление углерода и приводит к полному разложению растительных веществ. Но если овощная масса покрыта водой и грязью при надлежащих условиях влажности и температуры, возникает другой вид брожения, который не приводит к такому полному разложению. Покрытие водой препятствует доступу кислорода к бродящей массе, в значительной степени предотвращается окисление углерода, и растительные вещества медленно меняют свой характер. Под влиянием этого медленного брожения, которому, вероятно, способствует давление, масса становится все более и более твердой и сгущенной, ее древесный характер становится все менее и менее отчетливым, и происходит постепенная потеря водорода и кислорода. Несомненно, также происходит потеря углерода, поскольку происходит выделение болотного газа, который содержит углерод. Но при этом медленном брожении, происходящем под водой в торфяных болотах, потери углерода относительно невелики; древесный материал не окисляется полностью, как это происходит при свободном гниении. Потери водорода и кислорода из массы больше, чем углерода, и, следовательно, процентное содержание углерода увеличивается. Это не обычный вид ферментации, который происходит в растительных накоплениях. Для этого требуются особые условия и, возможно, особые виды ферментирующих организмов. Торф образуется не во всех климатических зонах. В теплых регионах или там, где древесная масса свободно подвергается воздействию воздуха, ферментация растительной массы более полная, и она полностью разрушается в результате окисления. Только в более холодных регионах и при покрытии водой разрушение органического вещества не переходит в гниение. Но такое неполное брожение все еще продолжается во многих частях мира, и с его помощью растительные накопления превращаются в торф.

Такое образование торфа, по-видимому, является первым этапом образования более плотного угля. При продолжении тех же процессов масса становится еще более плотной и затвердевшей. По мере того как мы переходим от верха к низу такого скопления торфа, мы обнаруживаем, что он становится все плотнее и плотнее, а на дне обычно имеет твердую консистенцию, коричневатый цвет и лишь незначительные следы первоначальной древесной структуры. Такой материал называется бурым углем. Он содержит более высокий процент углерода, чем торф, но более низкий процент, чем уголь, и, очевидно, является стадией углеобразования. Но процесс продолжается, потеря водорода и кислорода продолжается до тех пор, пока, наконец, не будет получен настоящий уголь.

Если это правильное понимание образования угля, мы видим, что имеем дело с процессом, в котором бактериальная жизнь сыграла большую и важную роль. Мы, конечно, совершенно не осведомлены о точных происходящих процессах. Мы положительно ничего не знаем о том, какие микроорганизмы производят это медленное, своеобразное брожение. До сих пор ферментация, происходящая при образовании торфа, не была изучена бактериологами, и мы не знаем из прямого эксперимента, что это связано с действием бактерий. Обычно это рассматривалось просто как медленное химическое изменение, но его общее сходство с другими ферментативными процессами настолько велико, что мы можем без колебаний приписать его микроорганизмам и, несомненно, некоторым формам растений, родственным бактериям. Нет причин сомневаться в том, что бактерии существовали в геологические эпохи, обладая, по существу, теми же способностями, которыми они обладают сейчас, и некоторым формам бактерий, которые растут в отсутствие кислорода, мы, вероятно, можем приписать медленные изменения, приведшие к образованию угля. Таким образом, вот еще один великий источник богатства Природы, в отношении которого мы зависим от бактерий. Хотя, конечно, вода и давление были очень важными факторами в отложении угля, именно своеобразная ферментация, происходящая в растительности, вызвала химические изменения в ней, которые привели к ее превращению в уголь. Растительность каменноугольного периода зависела от азота, фиксируемого бактериями, и этим организмам мы также обязаны тем фактом, что эта растительность была сохранена для нас в горных породах.

ГЛАВА V.

ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ БАКТЕРИИ И ИХ СВЯЗЬ С БОЛЕЗНЯМИ.

Возможно, наиболее общеизвестным фактом в отношении бактерий является то, что они являются причиной заболеваний. Именно этот факт сделал их объектами такого широкого интереса. Это та сторона вопроса, которая первой привлекла внимание, была наиболее изучена и в отношении которой было накоплено наибольшее количество свидетельств. Связь бактерий с болезнями обсуждалась и подчеркивалась так настойчиво, что большинство читателей с трудом могут отделить одно от другого. Для большинства людей само слово "бактерии" почти равнозначно слову "болезнь", а мысль о проглатывании микробов в питьевой воде или молоке вызывает явное отвращение и тревогу. В общественном сознании достаточно продемонстрировать, что статья содержит бактерии, чтобы подвергнуть ее осуждению.

Мы уже видели, что бактерии следует рассматривать как агенты добра и что из-за их фундаментального отношения к растительной жизни на них следует смотреть как на наших друзей, а не как на врагов. Это правда, что есть и другая сторона истории, связанная с паразитическими видами. Эти паразитические формы могут нанести нам прямой или косвенный вред. Но видов бактерий, способных причинить нам любой вред, патогенных бактерий, на самом деле очень мало по сравнению с огромным множеством видов, которые безвредны. Небольшое число видов, возможно, десятков-другой, являются патогенными, в то время как гораздо большее число, насчитывающее сотни и, возможно, тысячи видов, совершенно безвредны. Эти последние не наносят вреда, даже если человек проглатывает их тысячами. Они не являются паразитами и не способны расти в теле человека. Их наличие полностью соответствует самому совершенному состоянию здоровья, и, действительно, есть

некоторые основания полагать, что иногда они непосредственно полезны для здоровья. Совершенно несправедливо осуждать все бактерии, потому что у немногих есть шанс причинить вред. Бактерии в целом являются агентами добра, а не зла.

Однако существуют некоторые виды, которые доставляют человечеству много хлопот, так или иначе вмешиваясь в нормальные процессы жизни. Не все эти патогенные бактерии, или болезнетворные микробы, действуют одинаково, но наносят вред человеку различными способами. Мы можем распознать среди них два различных класса, которые, однако, как мы увидим, связаны промежуточными типами. Этими двумя классами являются, во-первых, патогенные бактерии, которые не являются строго паразитическими, но живут свободно в Природе; и, во-вторых, те, которые живут как настоящие паразиты в телах человека или других животных. Чтобы понять реальную связь этих двух классов, мы должны сначала обратить внимание на метод, с помощью которого бактерии в целом вызывают болезни.

СПОСОБ, С ПОМОЩЬЮ КОТОРОГО БАКТЕРИИ ВЫЗЫВАЮТ ЗАБОЛЕВАНИЕ.

С тех пор как впервые было четко признано, что определенные виды бактерий обладают способностью вызывать заболевания, вопрос о том, как они это делают, всегда был актуальным, Даже если они действительно растут в организме, почему их присутствие должно вызывать симптомы, характеризующие заболевание? В прошлом были даны различные ответы на этот вопрос. Было высказано предположение, что в процессе своего роста они потребляют пищу организма и таким образом истощают его, что они вызывают окисление тканей организма, или что они вызывают сокращение этих тканей, или что они механически вмешиваются в кровообращение. Ни одно из этих предположений не оказалось особо ценным. Другая точка зрения была выдвинута рано и выдержала испытание временем. Это утверждение заключается в том, что бактерии при росте в организме вырабатывают яды, и эти яды затем оказывают прямое действие на организм. Мы уже заметили, что бактерии при их росте в любой среде производят большое количество побочных продуктов разложения. Мы также заметили, что среди этих побочных продуктов есть такие, которые имеют ядовитую природу; они настолько ядовиты, что при попадании в организм животного могут вызвать отравление и смерть. Нам стоит только предположить, что патогенные бактерии, паразитируя в организме человека, вырабатывают такие яды, и мы сразу получим объяснение метода, с помощью которого они вызывают болезни.

Это объяснение микробного заболевания - нечто большее, чем простая теория. Оно было наглядно продемонстрировано во многих случаях. Было обнаружено, что бактерии, вызывающие дифтерию, столбняк, брюшной тиф, туберкулез и многие другие заболевания, даже при выращивании в обычных питательных средах выделяют яды очень сильного действия. Эти яды при попадании в организм животных вызывают почти те же симптомы, что и сами бактерии, паразитирующие у животных. Главное различие в результатах прививки животного ядом и живыми бактериями заключается в скорости действия. При введении яда симптомы отравления проявляются почти сразу, но при инокуляции живых бактерий эффект проявляется только через несколько дней или дольше, короче говоря, не раньше, чем у инокулированных бактерий будет достаточно времени, чтобы вырасти в организме и произвести яд в достаточном количестве. Ниоим образом не было показано, что все патогенные микробы оказывают свое действие таким образом, но было доказано, что это реальный метод в целом ряде случаев и чрезвычайно вероятно в других. Хотя некоторые бактерии, возможно, дают результаты другим

методом, мы должны признать, что выработка ядов, во всяком случае, является общей непосредственной причиной симптомов болезни. Это объяснение позволит нам более ясно понять связь различных бактерий с болезнями.

ПАТОГЕННЫЕ МИКРОБЫ, КОТОРЫЕ НЕ ЯВЛЯЮТСЯ СТРОГО ПАРАЗИТИЧЕСКИМИ

Признавая, что бактерии могут вырабатывать яды, мы легко видим, что не всегда обязательно, чтобы они были паразитами, чтобы создавать проблемы. При своем обычном росте в Природе такие бактерии не будут создавать никаких проблем, Яды будут вырабатываться в разлагающемся материале, но редко попадут в организм человека. Эти яды, образующиеся на первых стадиях гниения, окисляются на дальнейших стадиях разложения до безвредных продуктов. Но если случится так, что некоторые из этих бактерий получают возможность какое-то время интенсивно расти в органических продуктах, которые впоследствии будут употребляться в пищу человеком, очевидно, что за этим могут последовать печальные последствия. Если такая пища будет проглочена человеком после того, как бактерии вырабатывают свои ядовитые тела, это приведет к немедленному отравлению его организма. Эффект может быть внезапным и серьезным при проглатывании значительного количества ядовитого вещества или незначительным, но продолжительным, если небольшие количества неоднократно употребляются с пищей. Такие случаи нередки. Хорошо известными примерами являются случаи отравления мороженым, отравления от употребления сыра или молока, или, в немалом количестве случаев, от употребления рыбы или мяса, в которых бактерии имели возможность для роста. Во всех этих случаях яд проглатывается в количестве, достаточном для быстрого появления тяжелых симптомов, иногда приводящих к летальному исходу, а в других случаях проходящих, как только организму удастся избавиться от ядов. Однако в других случаях количество проглоченного яда может быть очень незначительным, слишком незначительным, чтобы произвести большой эффект, если только его не употреблять повторно. Все подобные неприятности могут быть связаны с ферментированными или частично разложившимися продуктами питания. Такие экземпляры трудно отличить от других, полученных несколько иным способом, а именно:

Может случиться так, что бактерии, которые растут в пищевых продуктах, продолжают расти в пище даже после того, как она проглочена и попала в желудок или кишечник. Это особенно верно в отношении бактерий молока. В этих условиях бактерии ни в каком смысле не являются паразитическими, поскольку они просто живут в той же пище, которую потребляют вне организма, и питаются ею, а не тканями человека. Яды, которые они производят, будут продолжать вырабатываться до тех пор, пока бактерии продолжают расти, будь то в молочном ведре или в желудке человека. Если теперь яды будут поглощены организмом, они могут вызвать легкое или тяжелое заболевание, которое будет более или менее длительным, продолжаясь, возможно, до тех пор, пока человеку будет поступать одна и та же пища и одни и те же бактерии. Наиболее важным заболеванием этого класса, по-видимому, является страшная детская холера, столь распространенная среди младенцев, которые питаются коровьим молоком в теплую погоду. Природу этого заболевания легко понять, если вспомнить об огромном количестве бактерий в молоке, особенно в жаркую погоду, и о том, что нежный организм младенца сразу же приходит в расстройство от небольшого количества яда, которое не оказало бы заметного воздействия на более сильного взрослого. Далее, мы можем легко понять, как болезнь легко поддается лечению, если позаботиться о стерилизации молока, которое дают пациенту.

Сегодня мы не знаем масштабов неприятностей, которые вызывают бактерии такого рода. Они, конечно, будут в основном связаны с нашими пищевыми продуктами и обычно, хотя и не всегда, будут влиять на пищеварительные функции. Вероятно, что многие случаи летней диареи вызваны какой-либо подобной причиной, и если бы их можно было проследить до их источника, было бы установлено, что они вызваны бактериальными ядами, проглоченными с пищей или питьем, или аналогичными ядами, вырабатываемыми бактериями, растущими в такой пище после того, как она проглочена человеком. В жаркую погоду, когда бактерии повсюду в таком изобилии и растут так быстро, невозможно полностью избежать подобных опасностей, не соблюдая меры предосторожности по отношению ко всем продуктам питания, которые были бы явно подавляющими. Однако следует иметь в виду, что наиболее распространенным и наиболее опасным источником таких ядов является молоко или продукты из него, и по этой причине не следует пить молоко в жаркую погоду, если только оно не совсем свежее или не было прокипячено для уничтожения содержащихся в нем бактерий.

ПАТОГЕННЫЕ БАКТЕРИИ, КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ НАСТОЯЩИМИ ПАРАЗИТАМИ.

К этому классу патогенных бактерий относятся те, которые действительно проникают в организм и питаются его тканями, вместо того чтобы просто питаться проглоченной пищей. Однако трудно провести какую-либо четкую грань, разделяющую эти два класса. Бактерии, вызывающие дифтерию (рис. 28), например, на самом деле не проникают в организм. Они растут в горле, прикрепляются к его стенкам и ограничены этим внешним местом или поверхностными тканями. Короче говоря, эта палочка обнаруживается только во рту и глотке и практически ограничивается так называемыми ложными оболочками. Она никогда не проникает ни в одну из тканей организма, хотя прикрепляется к слизистой оболочке. Она интенсивно растет в этой оболочке и выделяет там или каким-либо образом производит чрезвычайно сильные яды. Затем эти яды всасываются организмом и вызывают общие симптомы заболевания. Во многом то же самое верно и в отношении бациллы, вызывающей столбняк или скрюченность челюсти (рис. 29). Эта бацилла обычно внедряется в плоть жертвы через рану, нанесенную каким-либо предметом, который лежал на земле, где обитает бацилла. Бацилла легко размножается после прививки, но она локализуется в месте раны, ни в какой степени не проникая в ткани. Однако в процессе своего роста она вырабатывает несколько ядов, которые были выделены и изучены. Среди них некоторые из самых сильных ядов, о которых мы что-либо знаем. В то время как бацилла растет в тканях вокруг раны, она выделяет эти яды, которые затем усваиваются организмом в целом. Их отравляющее действие вызывает сильные симптомы заболевания. Почти такую же природу имеет азиатская холера. Это вызвано бациллой, которая способна быстро размножаться в кишечнике, питаясь, возможно, частично пищей в кишечнике и, возможно, частично выделениями организма. В незначительной степени он также, по-видимому, способен проникать в ткани организма, поскольку бациллы находятся в стенках кишечника. Но это не настоящий паразит, и смертельное заболевание, которое он вызывает, является результатом всасывания ядов, выделяемых в кишечнике.

От этого до настоящих паразитов всего один шаг. Брюшной тиф, например, - это заболевание, вызываемое бактериями, которые растут в кишечнике, но которые также проникают в ткани более интенсивно, чем микробы холеры (рис. 30). Однако они не проникают в организм в целом, а в некоторой степени локализируются в специальных железах, таких как печень, селезенка и т.д. Даже здесь они, по-видимому, не находятся в очень благоприятных условиях, поскольку в этих местах они не растут широко. Вероятно, они находятся в селезенке небольшими группами или

центрами, но обычно не распределены по ней. Где бы они ни росли, они производят яд, получивший название тифотоксин, и именно этот яд в основном вызывает лихорадку.

Довольно значительное количество патогенных микробов, подобно тифозной палочке, более или менее сосредоточено в специальных местах. Вместо того чтобы распространяться по телу после того, как они находят вход, они ограничены специальными органами. Наиболее распространенным примером паразита такого рода является туберкулезная палочка, вызывающая чахотку, золотуху, белые отеки, волчанку и т.д. (Рис. 31). Хотя эта бацилла очень распространена и способна поражать практически любой орган в организме, ее рост обычно очень ограничен. Он может локализоваться в небольшой железе, отдельном суставе, небольшом пятнышке в легких или в железах брыжейки, в то время как другие части тела остаются свободными от инфекции. Таким образом, нередко вся проблема ограничивается таким маленьким населенным пунктом, что ничего серьезного из этого не получается. Но в других случаях бациллы могут через некоторое время медленно или быстро распространяться из этих центров, поражая все новые и новые участки тела, пока, в конце концов, не последуют, возможно, смертельные результаты. Поэтому это заболевание обычно прогрессирует очень медленно.

Опять же, у нас есть еще другие паразиты, которые не ограничены таким образом, но которые, как только они попадают в организм, вызывают общую инфекцию, поражая кровь и, возможно, почти все ткани одновременно. Наиболее типичным примером такого рода является сибирская язва, или злокачественная пустула, заболевание, к счастью, редкое у человека (рис. 32). Здесь бациллы размножаются в крови, и очень скоро возникает общая и смертельная инфекция всего организма, возникающая в результате повсеместного обилия бацилл. Некоторые из малоизвестных заболеваний, известных как заражение крови, по-видимому, имеют ту же общую природу, эти заболевания являются результатом очень общего поражения всего организма определенными патогенными бактериями.

Таким образом, в целом мы видим, что так называемые микробные заболевания являются результатом действия на организм ядов, вырабатываемых в результате роста бактерий. Различия в природе этих ядов приводят к различиям в характере болезни, а различия в паразитарных способностях различных видов бактерий приводят к большим различиям в течении болезней и их связи с внешними явлениями.

КАКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ВЫЗЫВАЮТСЯ БАКТЕРИЯМИ?

Конечно, чрезвычайно важно определить, в какой степени болезни человека вызываются бактериями. Сегодня нелегко, да и вообще невозможно, сделать это с точностью. Нелегко доказать, что какое-либо конкретное заболевание вызывается бактериями. Для этого необходимо найти какую-то конкретную бактерию, присутствующую во всех случаях заболевания; найти какой-то способ заставить ее расти вне организма в питательных средах; продемонстрировать ее отсутствие у здоровых животных или у здоровых людей, если речь идет о заболевании человека; и, наконец, воспроизвести заболевание у здоровых животных путем инокуляции их бактерией. Все эти этапы доказательства представляют трудности, но особенно последний. При изучении животных сравнительно легко воспроизвести заболевание путем прививки. Но эксперименты на человеке обычно невозможны, а в случае человеческих болезней часто бывает очень трудно или вообще невозможно получить окончательную проверку этого вопроса. После обнаружения конкретной бактерии, ассоциированной с

заболеванием, обычно можно проводить дальнейшие эксперименты с ней только на животных. Но некоторые болезни человека не поражают животных, и в случае болезней, которыми могут заразиться животные, часто неясно, идентична ли болезнь, вызванная у животного такой прививкой, рассматриваемой болезни человека, из-за разницы симптомов у разных животных. Как следствие, доказательства микробной природы различных заболеваний варьируются от абсолютной демонстрации до простого подозрения. Таким образом, в настоящее время невозможно составить полный и правильный список заболеваний, вызываемых бактериями, или видов бактерий, патогенных для человека.

Сложность составления такого списка возрастает из-за того факта, что в последние годы мы узнали, что один и тот же вид патогенной бактерии может давать разные результаты в разных условиях. Когда предмет микробных заболеваний был впервые изучен и впервые была продемонстрирована связь между бактериями и болезнью, считалось, что каждый конкретный вид патогенных бактерий вызывает одно определенное заболевание; и наоборот, предполагалось, что причиной каждого микробного заболевания является его собственный определенный вид бактерий. Недавнее исследование, однако, показало, что это не совсем так. Верно, что некоторые заболевания действительно имеют такое определенное отношение к определенным бактериям. Например, микроб сибирской язвы всегда будет вызывать сибирскую язву, независимо от того, где и как он был введен в организм. Точно так же и в целом ряде других случаев отдельные специфические бактерии связаны с различными заболеваниями. Но, с другой стороны, существуют некоторые патогенные бактерии, которые не столь определены в своем действии и производят различные результаты в зависимости от обстоятельств, причем эффект варьируется как в зависимости от пораженного органа, так и в зависимости от состояния человека. Например, значительное количество различных типов заражения крови, сепсис, пиемия, гангрена, воспаление ран или образование гноя из легких кожных ран — действительно, множество различных заболеваний, начиная от легкого образования гноя и заканчивая сильным и тяжелейшим заражением крови, — все они, по-видимому, вызываются бактериями, и невозможно выделить какие-либо определенные виды, связанные с различными типами этих заболеваний. Существует три распространенные формы так называемых гнойных кокков, и они обнаруживаются почти без разбора при различных типах воспалительных заболеваний. Более того, эти виды бактерий обнаруживаются с почти абсолютным постоянством в организме и вокруг него, даже в здоровом состоянии. Они находятся на одежде, на коже, в рту и пищеварительном тракте. Здесь они существуют, обычно не причиняя вреда. Однако они обладают способностью причинять вред, если случайно попадают в раны. Но их способность причинять вред зависит как от состояния человека, так и от вариаций самих бактерий. Если человек находится в хорошем состоянии здоровья, эти бактерии не способны причинить ему вреда, даже когда они попадают в такие раны, в то время как в периоды слабой жизнеспособности они могут нанести гораздо больший вред и, воспользовавшись любым небольшим порезом или ушибом, проникнуть под кожу и вызвать воспаление и гной. У некоторых людей при ушибе кожи развиваются небольшие абсцессы или воспаления, в то время как у других такие ушибы или порезы заживают сразу и без проблем. Оба, несомненно, подвержены одинаковому риску заражения, но один сопротивляется, в то время как другой — нет. В просторечии мы говорим, что такая склонность к абсцессам указывает на плохое состояние крови — фраза, которая ничего не значит. Кроме того, мы обнаруживаем, что один и тот же вид бактерий может обладать разной способностью вызывать заболевание в разное время. Некоторые виды являются универсальными обитателями пищеварительного

тракта и обычно безвредны, в то время как при других состояниях неизвестного характера они проникают в ткани и вызывают серьезное и, возможно, смертельное заболевание. Таким образом, мы можем распознать некоторые бактерии, которые можно сравнить с иностранными захватчиками, в то время как другие являются внутренними врагами. Первые, подобно тифозной палочке, всегда доставляют неприятности, когда им удастся проникнуть в организм и закрепиться. Последние, как и обычные кишечные бациллы, присутствуют всегда, но обычно безвредны и только при особых условиях становятся опасными. Все это показывает, что существуют другие факторы, определяющие течение заболевания или даже само существование болезни, помимо простого присутствия особого вида патогенной бактерии.

Из только что изложенных фактов будет очевидно, что любой список микробных заболеваний будет довольно неопределенным. Тем не менее, исследования последних двадцати или более лет выявили некоторые определенные взаимосвязи бактерий и болезней, и список болезней, более или менее определенно связанных с различными видами бактерий, представляет интерес. Такой список, включающий только общеизвестные заболевания, выглядит следующим образом:

Название заболевания. Название бактерии, вызывающей заболевание.

Сибирская язва (злокачественная пустула). *Bacillus anthracis*.

Холера. *Spirillum cholera*: азиатская

крупозная пневмония. Микрококковая крупозная пневмония.

Дифтерия. Дифтерийная палочка.

Сеп. *Bacillus mallei*.

Гонорея. *Micrococcus gonorrhoeae*

Грипп. Бацилла гриппа.

Проказа. Бацилла лепры.

Рецидивирующая лихорадка. *Spirillum Obermeieri*.

Столбняк. Бацилла тетани.

Туберкулез (включая

чахотку, золотуху и т.д.) Бациллы туберкулеза.

Брюшной тиф. Брюшной тиф.

Различные раневые инфекции, включая сепсис, пиемию, острые абсцессы, язвы, рожистое воспаление и т.д., вызываются несколькими формами микрококков, которые во многих отношениях похожи друг на друга, но незначительно отличаются. Они обнаруживаются почти без разбора при любой из этих раневых инфекций, и ни одна из них, по-видимому, не имеет какого-либо определенного отношения к какой-либо особой форме заболевания, если только это не микрококк рожистого воспаления. Распространенные гнойные микрококки подразделяются на три вида: золотистый стафилококк *pyogenes*, стафилококк *pyogenes* и стрептококк *pyogenes*. Эти три являются наиболее распространенными, но иногда встречаются и другие.

В дополнение к этим, которые можно считать доказанными, следующие заболевания с большей или меньшей уверенностью считаются вызываемыми отдельными специфическими бактериями: бронхит, эндокардит, корь, коклюш, перитонит, пневмония, сифилис.

Можно было бы привести еще один список заболеваний, общая природа которых указывает на то, что они вызываются бактериями, но в связи с которыми еще не было обнаружено ни одной отдельной бактерии. Как и следовало ожидать, было продемонстрировано, что эти организмы вызывают более широкий перечень болезней животных. Кроме того, в таких материалах, как фекалии, гниющая кровь и т.д., было обнаружено довольно много видов бактерий, которые, как было показано экспериментально, способны вызывать заболевания у животных, но в отношении которых у нас нет доказательств того, что они когда-либо вызывают настоящие заболевания при каких-либо нормальных условиях. Возможно, они могут способствовать возникновению неприятностей, связанных с ядовитыми продуктами, но не могут рассматриваться как собственно болезнетворные микробы.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПАТОГЕННЫХ СИЛ.

Как уже говорилось, наши представления о связи бактерий с болезнью претерпели значительные изменения с тех пор, как они были впервые сформулированы, и мы признаем другие факторы, влияющие на заболевание, помимо фактического присутствия бактерии. Мы можем кратко рассмотреть их в двух разделах, а именно вариации бактерии и вариации восприимчивости индивидуума. Первое потребует лишь краткого рассмотрения.

Давно известно, что один и тот же вид патогенных бактерий в разное время по-разному вызывает заболевание. Известно, что различные условия влияют на вирулентность бактерий. Бацилла, которая, как предполагается, вызывает пневмонию, теряет способность вызывать заболевание после кратковременного культивирования в обычных питательных средах в лаборатории. Это легко понять, если предположить, что это паразитарная палочка, которая размножается только в паразитарных условиях. Иногда ее патогенную силу можно восстановить, повторно передав ее через какое-нибудь восприимчивое животное. Одной из наиболее опасных патогенных бактерий является бактерия, вызывающая сибирскую язву, но она теряет свою патогенную силу, если ее культивировать в течение значительного периода времени при высокой температуре. Микрококк, вызывающий птичью холеру, теряет свою силу, если его культивировать на обычных питательных средах, при этом необходимо соблюдать осторожность, чтобы между последовательными посевами в новые культуральные колбы прошло несколько дней. С большинством патогенных бактерий можно каким-то образом справиться таким образом, чтобы уменьшить или полностью утратить их способность вызывать смертельное заболевание. С другой стороны, другие условия вызовут повышение вирулентности патогенного микроба. Вирус, вызывающий гидрофобию, становится более агрессивным, если его прививают кролику и впоследствии забирают у него для дальнейшей прививки. Микрококк птичьей холеры, который был ослаблен, как только что упоминалось, может быть восстановлен до его первоначальной активности путем прививки его маленькой птице, например воробью, и прививки от него второй птице. Несколько таких прививок сделают его таким же активным, как и прежде. Эти вариации, несомненно, существуют среди видов как в природе, так и в искусственных культурах. Бактерии, которые вызывают различные раневые инфекции, абсцессы и т.д., По-видимому, варьируются в нормальных условиях от типа, способного вызвать сильное и смертельное заражение крови, до типа, вызывающего только простой абсцесс, или даже до типа, который совершенно безвреден. Несомненно, именно этот фактор в значительной степени определяет тяжесть любой эпидемии бактериального инфекционного заболевания.

ВОСПРИИМЧИВОСТЬ ЛИЧНОСТИ.

Очень сильное изменение наших ранних взглядов повлияло на наши представления о силе, которой обладают индивиды, сопротивляющиеся вторжению патогенных бактерий. С самого начала было понятно, что некоторые люди более восприимчивы к болезням, чем другие, и в попытках определить значение этого факта было сделано много ценных и интересных открытий. После контакта с болезнью следует период некоторой продолжительности, в течение которого не наблюдается никаких заметных последствий. За этим следует начало заболевания и его развитие до кризиса, и, если это пройдет, выздоровление. Общее течение микробного заболевания делится на три стадии: стадию инкубации, развитие заболевания и выздоровление. Восприимчивость организма к болезни лучше всего рассматривать в рамках трех разделов: Инвазия, Сопротивление, Выздоровление.

Способы инвазии.—Для возникновения микробного заболевания у человека сначала необходимо, чтобы в организм попала особая бактерия, вызывающая заболевание. Таким образом, существует несколько каналов, по которым бактерии могут попасть внутрь; это рот, нос, кожа и иногда выделительные протоки. Те, которые попадают через рот, поступают с пищей или питьем, которые мы проглатываем; те, которые попадают через нос, должны выводиться с воздухом; а те, которые попадают через кожу, в большинстве случаев поступают при контакте с каким-либо инфицированным объектом, таким как прямой контакт с телом инфицированного человека, его одеждой или некоторыми предметами, с которыми он имел дело, и т.д. Иногда, возможно, бактерии могут попасть на кожу из воздуха, но это, безусловно, редкость и ограничивается несколькими заболеваниями. Здесь есть два факта, чрезвычайно важных для понимания каждым: во-первых, вероятность занесения болезнетворных бактерий к нам по воздуху очень мала и ограничивается несколькими заболеваниями, такими как оспа, туберкулез, скарлатина и т.д., И, во-вторых, неповрежденная кожа и неповрежденная слизистая оболочка также являются почти надежной защитой от вторжения бактерий. Если кожа целая, без синяков или порезов, бактерии редко, если вообще когда-либо, могут проникнуть через нее. Эти два факта имеют первостепенное значение, поскольку из всех источников инфекции у нас меньше всего возможностей защититься от инфекции через воздух, и поскольку из всех способов проникновения мы можем защитить кожу с наибольшим трудом. Мы можем легко очистить пищу от патогенных бактерий, разогрев ее. Вещество, которое мы пьем, можно аналогичным образом обезвредить, но мы не можем никакими известными способами избежать вдыхания воздуха, также не существует какого-либо известного метода дезинфекции воздуха, и те, кто имеет какое-либо отношение к больным, не могут полностью избежать контакта ни с пациентом, ни с зараженной одеждой или посудой.

Из приведенных здесь фактов видно, что восприимчивость человека к заболеванию, вызываемому паразитическими бактериями, будет зависеть от его привычек к чистоте, осторожности при обращении с инфекционными материалами или тщательности при мытье рук после такого обращения, от его привычки употреблять пищу приготовленной или сырой, а также от состояния его кожи и слизистых оболочек, поскольку любые ушибы повышают восприимчивость. Легкие недомогания, такие как простуда, которые воспаляют слизистую оболочку, снижают ее сопротивляемость и делают человека более восприимчивым к проникновению любых патогенных микробов, если таковые окажутся. Язвы во рту или гнилые зубы точно так же могут быть важными факторами восприимчивости человека. Таким образом,

целый ряд чисто физических факторов может способствовать индивидуальной восприимчивости.

Сопrotивляющаяся сила Тела.— Даже после того, как бактерии попадут в организм, ни в коем случае нельзя быть уверенным, что они вызовут заболевание, поскольку теперь им предстоит сразиться, прежде чем они смогут быть уверены в том, что справятся сами. Именно сейчас, действительно, начинается настоящий конфликт между силами организма и этими микроскопическими захватчиками. После того, как бактерии проникли в организм, они направили против них мощные силы сопротивления человеческого организма, стремясь уничтожить и изгнать их. Многие из них быстро погибают, а иногда и все они уничтожаются, не имея возможности закрепиться. В таких случаях, конечно, никаких проблем не возникает. В других случаях организму не удастся преодолеть силу захватчиков, и в конечном итоге они быстро размножаются. В этой борьбе успех захватчиков не обязательно зависит от численности. Они просто изо всех сил пытаются завоевать положение в организме, где они могут питаться и расти. Нескольких особей может быть вполне достаточно, чтобы захватить такую точку опоры, а затем, размножаясь, они вскоре могут стать бесконечно многочисленными. Следовательно, чтобы защитить себя, человеческий организм должен уничтожить каждую бактерию в отдельности или, по крайней мере, сделать их неспособными к росту. Их удивительные репродуктивные способности дают бактериям преимущество в битве. С другой стороны, даже этим быстро размножающимся существам требуется время, чтобы стать достаточно многочисленными, чтобы нанести вред. Таким образом, после их проникновения в тело наступает период, когда численность этих захватчиков невелика. В течение этого интервала — периода инкубации — организм может организовать сопротивление, достаточное для их изгнания.

Мы еще не до конца понимаем силы, которые человеческий организм способен противопоставить этим вторгшимся врагам. Однако некоторые из его методов защиты нам уже понятны, и, во всяком случае, мы знаем достаточно, чтобы составить представление об интенсивности происходящего конфликта и о энергичных и могущественных силах, которые человеческий организм способен направить против своих вторгшихся врагов.

Во-первых, мы замечаем, что большинство бактерий совершенно неспособны расти в организме человека, даже если они находят вход. Сегодня бактериологам известны многие сотни, даже тысячи видов, но подавляющее большинство из них находят в тканях человека условия, настолько враждебные их жизни, что они совершенно неспособны расти в них. Человеческое мясо или человеческая кровь станут для них отличной пищей, если особь мертва, но живая человеческая плоть и кровь некоторым образом оказывают на них угнетающее влияние, которое фатально для роста подавляющего большинства видов. Однако некоторые немногие виды не уничтожаются таким образом враждебными воздействиями тканей животного, но способны расти и размножаться в живом организме. Только они составляют патогенные бактерии, поскольку, конечно, это единственные бактерии, которые могут вызывать заболевание, размножаясь в тканях животного. Тот факт, что подавляющее большинство бактерий не могут расти в живом организме, достаточно ясно показывает, что в живой ткани существуют некоторые условия, враждебные бактериальной жизни. Более того, не может быть никаких сомнений в том, что именно эти самые враждебные условия позволяют организму противостоять нападению патогенных видов в тех случаях, когда сопротивление оказывается успешным.

Какие силы выставлены против этих захватчиков? Основной природой битвы, по-видимому, является производство ядов и противоядий. Представляется несомненным фактом, что первым шагом в борьбе с этими бактериями является пропитывание их определенными ядами, которые сдерживают их рост. В крови и лимфе человека и других животных присутствуют определенные продукты, которые оказывают прямое вредное влияние на рост микроорганизмов. Существование этих ядов несомненно, многие эксперименты прямо подтвердили их присутствие в крови животных. Об их природе мы знаем очень мало, но в их подавляющем влиянии на рост бактерий мы уверены. Их называли алексинами, и они вырабатываются в живой ткани, хотя о методе их получения мы ничего не знаем. С помощью этих ядов организм способен предотвратить рост подавляющего большинства бактерий, которые попадают в его ткани. Обычные микроорганизмы погибают сразу, поскольку эти алексины действуют как антисептики, и обычные бактерии не могут расти в живом организме больше, чем в растворе, содержащем другие яды, таким образом, организм имеет идеальную защиту от большинства бактерий. Огромное множество видов, которые встречаются в воде, молоке, воздухе, у нас во рту или прилипают к нашей коже, и которые почти повсюду в Природе, способны достаточно хорошо расти в обычных безжизненных органических продуктах, но как только им удастся проникнуть в живые ткани человека, их рост немедленно сдерживается этими антисептическими средствами, которыми их поливают. Таким образом, такие бактерии не являются патогенными микробами и не являются источниками проблем для здоровья человека.

С другой стороны, существует несколько видов бактерий, которые могут сохранять свое присутствие в организме, несмотря на попытки человека избавиться от них. Они, конечно, представляют собой патогенные виды, или так называемые "болезнетворные микробы". Болезнетворными микробами могут быть только те виды, которые способны преодолеть это первое сопротивление, поскольку только они могут закрепиться в организме.

Но как эти виды справляются с ядами, которые убивают другие безвредные бактерии? Они, так же как и безвредные формы, считают эти алексины вредными для своего роста, но каким-то образом они способны противодействовать ядам. В этом общем обсуждении ядов мы имеем дело с предметом, который несколько неясен, но, по-видимому, патогенные бактерии способны преодолевать действие алексина в организме, производя, в свою очередь, определенные другие продукты, которые нейтрализуют алексины, тем самым аннулируя их действие. Эти патогенные бактерии, попадая в организм, сразу же дают начало группе тел, которые были названы лизинами. Эти лизины для нас так же загадочны, как и алексины, но они нейтрализуют действие алексина и, таким образом, преодолевают сопротивление организма бактериальному росту. Теперь захватчики могут размножаться достаточно быстро, чтобы надолго закрепиться в организме, а затем вскоре вызвать аномальные симптомы, которые мы называем болезнетворными. Таким образом, патогенные бактерии отличаются от непатогенных бактерий прежде всего способностью выделять продукты, которые могут нейтрализовать обычное действие алексина и, таким образом, преодолеть нормальную сопротивляемость организма к их паразитической жизни.

Даже если бактерии таким образом побеждают алексины, битва еще не окончена, поскольку у особи есть другой метод защиты, который теперь приводится в действие для сдерживания роста вторгшихся организмов. Этот второй метод резистентности осуществляется с помощью ряда активных клеток, обнаруженных в крови, известных как белые кровяные тельца (рис. 33 а, б). Это мельчайшие частицы протоплазмы, присутствующие в крови и лимфе в больших

количествах. Это активные клетки, способные к передвижению и способные выползти из кровеносных сосудов. Нередко обнаруживается, что они принимают в свое тело небольшие предметы, с которыми соприкасаются. Таким образом, одна из их обязанностей состоит в том, чтобы захватывать мельчайшие раздражающие частицы, которые могут находиться в тканях, и уносить их для выведения. Таким образом, они действуют как падальщики, эти тельца, безусловно, обладают определенным потенциалом в отражении атак патогенных бактерий, Очень часто они скапливаются в большом количестве в той области тела, где обнаруживаются вторгающиеся бактерии. Такие вторгающиеся бактерии испытывают к ним сильное притяжение, и тельца покидают кровеносные сосуды и иногда образуют прочную фалангу, полностью окружающую вторгающиеся микробы. Их скопление в этих точках может проявляться внешне в явлении, которое мы называем воспалением.

Нет никаких сомнений в том, что тельца вступают в конфликт с бактериями, когда они таким образом окружают их. Однако было немало споров относительно метода, с помощью которого они продолжают конфликт. Некоторые утверждали, что тельца на самом деле принимают бактерии в свои тела, как бы проглатывают их и впоследствии переваривают (рис. 33, в, d, e). Эта идея дала начало теории фагоцитоза, и поэтому тельца были названы фагоцитами. Однако многолетнее исследование сделало вероятным, что это не обычный метод, с помощью которого тельца уничтожают бактерии. Согласно нашим нынешним знаниям, этот метод является химическим. Эти клетки, собираясь таким образом в больших количествах вокруг захватчиков, по-видимому, выделяют из своего собственного организма определенные вредные продукты, которые действуют на бактерии во многом так же, как уже упомянутые алексины. Эти новые тельца оказывают явно вредное действие на размножающиеся бактерии; они быстро сдерживают их рост и, действуя в союзе с алексинами, могут, возможно, полностью уничтожить их.

После того, как бактерии таким образом убиты, белые кровяные тельца могут нагрузиться их мертвыми телами и унести их с собой (рис. 33 d, e). Иногда они попадают обратно в кровоток и разносят бактерии по различным частям тела для выведения. Нередко белые тельца погибают во время схватки, а затем могут накапливаться в виде гноя и проникать через кожу для непосредственного выделения. Битва между этими фагоцитами и бактериями продолжается яростно. Если в конце концов фагоциты оказываются слишком сильными для захватчиков, все бактерии постепенно уничтожаются, и атака отражается. При таких обстоятельствах индивид обычно ничего не знает — о сути дела. Этот конфликт произошел совершенно бессознательно с его стороны, и он может даже не знать, что подвергся атаке бактерий. В других случаях бактерии оказываются слишком сильными для фагоцитов. Они размножаются слишком быстро, а иногда производят выделения, которые фактически вытесняют фагоциты. Обычно, как уже было замечено, кровяные тельца притягиваются к месту вторжения, но в некоторых случаях, когда в организм проникают особенно смертоносные и энергичные виды бактерий, вырабатываемые ими выделения настолько сильны, что фактически вытесняют кровяные тельца. При таких обстоятельствах у вторгшихся хозяев есть шанс беспрепятственно размножиться, распространяться по организму, и болезнь быстро развивается в результате их отравляющего действия на ткани организма.

Таким образом, очевидно, что человеческое тело не беспомощно в присутствии болезнетворных бактерий, но что оно снабжено мощными сопротивляющимися силами. Однако не следует предполагать, что только что приведенный план действия этих сил является

чем-то вроде полного описания вопроса; также не следует делать вывод, что сопротивление во всех отношениях в точности соответствует описанному. Этот предмет лишь недавно стал объектом исследования, и мы пока еще пребываем в неведении относительно многих фактов. Будущее может потребовать от нас некоторого изменения даже того краткого очерка, который был дан. Но хотя мы признаем эту неопределенность в деталях, мы можем быть уверены в общих фактах. Живое тело обладает некоторыми очень эффективными сопротивляющимися силами, которые препятствуют размножению большинства бактерий в его тканях, и на которые в значительной степени можно положиться, чтобы вытеснить истинные патогенные бактерии. Эти силы сопротивления частично связаны с выработкой организмом ядов, а частично - с активными способностями особых клеток, которые были названы фагоцитами. Происхождение ядов и точный метод действия фагоцитов мы вполне можем оставить для объяснения на будущее.

Эти сопротивляющиеся способности тела будут меняться в зависимости от условий. Очевидно, что это естественные силы, и они, несомненно, будут меняться в зависимости от общего состояния бодрости индивидуума. Крепкое здоровье, тело, обладающее мощными силами, хорошо питаемое и энергичное, несомненно, создаст условия для наибольшей устойчивости к бактериальным заболеваниям. Тот, чья физическая активность ослаблена плохим питанием, может оказывать меньшее сопротивление. Вопрос о том, будет ли человек страдать от микробного заболевания, - это не просто вопрос о том, будет ли он подвергнут воздействию, или даже вопрос о том, попадут ли бактерии в его организм. Это в равной степени зависит от того, есть ли у него физическая энергия для выработки алексина в надлежащем количестве или для вызова фагоцитов в достаточном количестве и энергии, чтобы отразить атаку. Мы можем многое сделать для предотвращения болезней с помощью санитарии, которая помогает защитить человека от нападения; но мы не должны забывать, что другая половина битвы не менее важна, и поэтому мы должны сделать все возможное, чтобы укрепить сопротивляющиеся силы организма.

ИЗЛЕЧЕНИЕ ОТ МИКРОБНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ.

Этих сил сопротивления не всегда достаточно, чтобы отогнать захватчиков. Организмы могут какое-то время удерживаться в организме и в конечном итоге сломить сопротивление. После этого они могут беспрепятственно размножаться и полностью завладеть организмом. По мере того, как их становится больше, их ядовитые продукты увеличиваются и начинают оказывать прямое отравляющее воздействие на организм. Инкубационный период закончился, и болезнь продолжается. Теперь болезнь течет своим чередом. Обычно она становится все более и более тяжелой, пока не наступает кризис. Затем, если отравление не настолько сильное, что наступает смерть, последствия проходят и наступает выздоровление.

Но почему микробное заболевание не должно быть всегда смертельным? Если бактерии таким образом овладевают организмом и могут там расти, почему они не продолжают размножаться до тех пор, пока не произведут достаточно яда, чтобы уничтожить жизнь индивидуума? Такие фатальные результаты, конечно, случаются, но в гораздо большей доле случаев в конце концов наступает выздоровление.

Очевидно, что у тела должен быть другой набор сопротивляющихся сил, который необходим для окончательного выздоровления. Хотя он ослаблен отравлением и страдает от болезни, он не сдается в бою, а несколько медленнее организует новую атаку на захватчиков. Некоторое

время размножающиеся бактерии беспрепятственно размножаются и быстро растут; но в конце концов их дальнейшее увеличение сдерживается, их энергия ослабевает, и после этого их количество уменьшается и, наконец, они полностью выводятся из организма. О природе этой новой резистентности пока известно мало. Во-первых, мы замечаем, что обычно после такого выздоровления у человека резко повышается сопротивляемость к болезни. Это повышенное сопротивление может быть очень длительным и может быть настолько значительным, что дает почти полный иммунитет от болезни на многие годы или на всю жизнь. Один приступ скарлатины дает человеку отличный иммунитет на будущее. С другой стороны, выработанная таким образом резистентность может быть очень временной, как в случае с дифтерией. Но определенная степень резистентности, по-видимому, приобретает всегда. Эта способность сопротивляться деятельности паразитов, по-видимому, увеличивается по мере прогрессирования заболевания, и, если ее становится достаточно, она окончательно изгоняет бактерии до того, как они приведут к гибели. После этого наступает выздоровление. Чем обусловлена эта вновь приобретенная способность к сопротивлению, бактериологам ни в коем случае не ясно, хотя определенные факторы уже известны. Не подлежит сомнению, что в случае определенных заболеваний клетки организма через некоторое время вырабатывают вещества, которые служат противоядиями к ядам, вырабатываемым бактериями во время их роста в организме, - антитоксины. В случае дифтерии, например, микробы, растущие в горле, вырабатывают яды, которые всасываются организмом и вызывают симптомы заболевания; но через некоторое время клетки организма реагируют и сами вырабатывают контртоксичное вещество, которое нейтрализует ядовитое действие дифтерийного яда. Это вещество было выделено из крови животных, выздоровевших после приступа дифтерии, и получило название дифтерийного антитоксина. Но даже с учетом этих знаний процесс выздоровления полностью не объяснен. Этот антитоксин нейтрализует действие дифтерийного токсина, и тогда организм вырабатывает силы для борьбы с бактериями, которые поселились в горле. Как они достигают этого последнего достижения, мы пока не знаем. Разработанный антитоксин просто нейтрализует действие токсина. Должна быть задействована какая-то другая сила, чтобы избавиться от бактерий, сила, которая может проявиться только после нейтрализации отравляющего действия яда. Таким образом, в этих случаях выздоровление происходит, во-первых, за счет выработки в организме естественных противоядий от токсичных ядов и, во-вторых, за счет какой-то другой неизвестной силы, которая отгоняет паразитов.

Эти факты, безусловно, удивительны. Если бы кого-то попросили предложить наименее вероятную теорию для объяснения выздоровления от болезни, он вряд ли смог бы найти более маловероятную теорию, чем то, что клетки организма вырабатывали во время болезни противоядие от яда, который вырабатывали болезнетворные бактерии. Тем не менее, не подлежит сомнению, что такие противоядия образуются в ходе бактериальных заболеваний. Это еще не было показано при всех заболеваниях, и было бы совершенно преувеличением утверждать, что это метод выздоровления во всех случаях. Однако мы можем сказать в отношении бактериальных заболеваний в целом, что после того, как бактерии попадают в организм в каком-то слабом месте, им сначала приходится сражаться с сопротивляющимися силами организма, которые, по-видимому, частично биологические, а частично химические. Этих сопротивляющих свойств во многих случаях вполне достаточно, чтобы помешать бактериям закрепиться. Если вторгающийся носитель преодолевает сопротивляющиеся силы, то они начинают быстро размножаться и завладевают телом или какой-либо его частью. Они продолжают расти до тех пор, пока индивидуум не умрет или не произойдет что-то, что

остановит их рост. После того, как индивид развивает в себе новые способности сдерживать свой рост, происходит выздоровление, и тогда индивид, благодаря этим новым способностям к сопротивлению, становится невосприимчивым ко второму приступу болезни на переменный период времени.

Это в самых общих чертах отражает отношение бактериальных паразитов к организму человека, Но, хотя это справедливое общее выражение вопроса, следует признать, что различные заболевания сильно различаются в своих взаимоотношениях, и никакой общий план не применим ко всем, они различаются по способу воздействия и точке атаки. Они не только вырабатывают разные виды ядов, вызывающих разные симптомы отравления; не только они вызывают разные результаты у разных животных; не только разные патогенные виды сильно различаются по своей способности вызывать серьезные заболевания, но и разные виды очень разборчивы в том, на какие виды животных они нападают. Некоторые из них могут жить как паразиты только в человеке; некоторые могут жить как паразиты на человеке, мыши и нескольких других животных; некоторые могут жить в различных животных, но не в человеке; некоторые, по-видимому, способны жить в полевой мыши, но не в обычной мыши; некоторые живут в лошади; некоторые в птицах, но не в теплокровных млекопитающих; в то время как другие, опять же, могут почти одинаково хорошо жить в тканях длинного списка животных. Те, которые могут жить как паразиты на человеке, конечно, особенно связаны с болезнями человека и представляют особый интерес для врача, в то время как те, которые живут на животных, аналогичным образом представляют интерес для ветеринаров.

Таким образом, мы видим, что паразитические бактерии демонстрируют самые широкие вариации. Они различаются точкой атаки, методом нападения и частью тела, за которую они хватаются как за ядро для роста. Они различаются по жестокости и характеру производимых ими ядов, а также по их способности преодолевать сопротивляющиеся силы организма. В разное время они различаются по своей способности вызывать болезни. Короче говоря, они демонстрируют такое большое количество различных методов воздействия, что нельзя сделать никаких общих заявлений, которые были бы применимы повсеместно, и нельзя надеяться, что какой-либо один метод защиты от них или предотвращения их распространения применим к какому-либо расширенному списку заболеваний.

БОЛЕЗНИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ НЕ БАКТЕРИЯМИ, А ДРУГИМИ ОРГАНИЗМАМИ.

Хотя цель этой работы состоит в том, чтобы иметь дело в первую очередь с миром бактерий, вряд ли было бы уместно оставлять тему без некоторого упоминания болезней, вызываемых организмами, которые не принадлежат к группе бактерий. Хотя большинство так называемых микробных заболеваний вызывается бактериями, которые мы изучали в предыдущих главах, есть некоторые, возбудитель которых следует искать среди организмов, принадлежащих к другим группам. Некоторые из них являются растениями более высокой организации, чем бактерии, но другие, несомненно, являются микроскопическими животными. Их жизненный уклад несколько отличается от образа жизни бактерий, и, следовательно, течение болезней обычно отличается. Из болезней, вызываемых таким образом микроскопическими животными или высшими растениями, одна или две достаточно важны, чтобы заслуживать здесь особого упоминания.

Малярия.—Наиболее важной из этих болезней является малярия в ее различных формах, известная под разными названиями — озноб и лихорадка, осенняя лихорадка и т.д. Это

заболевание, столь распространенное почти повсеместно, долгое время изучалось врачами и учеными, и многие причины были приписаны ему. Одно время считалось, что это результат роста бактерии, и было описано, что ее производит особая бацилла. Однако в конце концов было показано, что он вызван микроскопическим организмом, принадлежащим к группе одноклеточных животных и в некоторой степени близким родственником хорошо известной амёбы. Этот организм показан на рис. 34. Вся история малярийного организма пока неизвестна. Следующие утверждения содержат наиболее важные известные факты, касающиеся этого заболевания, и его связи с болезнью у человека.

Несомненно, у малярийного микроба есть какой-то дом вне человеческого тела, но пока не совсем точно известно, каков этот внешний дом; мы также не знаем, из какого источника происходит человеческий паразит. Представляется вероятным, что в одних случаях средством его передачи человеку служит вода, а в других - воздух. Из какого-то внешнего источника он получает доступ к человеку и попадает в кровь. Здесь он атакует красные кровяные тельца, и каждый малярийный организм превращается в отдельный (рис. 340). Вот оно теперь растет, увеличиваясь в размерах за счет вещества тельца. По мере увеличения оно становится зернистым и вскоре проявляет тенденцию к разделению на ряд неправильных масс. В конце концов он распадается на множество мельчайших телец, называемых спорами. Эти тельца отделяются от тельца и некоторое время живут свободной жизнью в крови. Через некоторое время они проникают в другие красные кровяные тельца, развиваются в новых малярийных амёбоидных паразитов и повторяют рост и спорулирование. Очевидно, что этот процесс можно повторять много раз без проверки.

Таким образом, эти организмы следует рассматривать как паразитов красных кровяных телец. Конечно, легко поверить, что обширный паразитизм и разрушение кровяных телец были бы катастрофическими для здоровья индивидуума, и тяжесть заболевания будет зависеть от степени паразитизма. В соответствии с этой историей жизни организма, заболевание малярией обычно характеризуется определенной периодичностью, периоды озноба и лихорадки чередуются с периодами затишья, во время которых эти симптомы ослабевают. Пароксизмы болезни, характеризующиеся ознобом, возникают в то время, когда споры выходят из кровяных телец и плавают в крови. После того, как они снова попадают в кровяные тельца, лихорадка спадает, и во время их роста в кровяных тельцах до следующего спорулирования индивидуум отдыхает от более серьезных симптомов.

По-видимому, существует более одной разновидности малярийного организма, различные типы которого различаются продолжительностью времени, необходимой для их роста и споруляции. Есть одна разновидность, наиболее распространенная, которой для роста требуется два дня, что приводит к возникновению пароксизма заболевания примерно раз в сорок восемь часов; другой разновидности, по-видимому, требуется три дня для роста; в то время как у еще одной разновидности, по-видимому, явно нерегулярный период роста и споруляции. Эти факты легко объясняют некоторые вариации заболевания. Некоторые другие нарушения, по-видимому, вызваны другой причиной. Одновременно в крови особи может находиться более одного выводка паразитов, один из которых производит споруляцию в одно время, а другой - в другое. Такой одновременный рост двух независимых выводков, очевидно, может привести практически к любым изменениям в регулярности заболевания.

Малярийный организм, по-видимому, очень чувствителен к хинину, и для его уничтожения достаточно очень небольшого количества. От этого зависит ценность хинина как лекарственного средства. Если препарат присутствует в крови в то время, когда споры высвобождаются из кровяного тельца, он быстро убивает их, прежде чем у них появляется шанс проникнуть в другое кровяное тельце. Во время своего роста в тельце они гораздо менее чувствительны к хинину, чем когда существуют в свободном состоянии в виде спор, и в это время препарат оказывает незначительный эффект.

Малярийный организм - это животное, и его нельзя культивировать в лаборатории каким-либо искусственным методом, который еще не разработан. Следовательно, вся его история неизвестна. Несомненно, у него есть какой-то дом вне крови животных, и весьма вероятно, что он может проходить другие стадии метаморфозы в телах других животных. У большинства паразитирующих животных есть два или более хозяина, на которых они живут, чередуясь с одним другим, и то, что так обстоит дело с малярийным паразитом, по крайней мере вероятно. Но пока бактериологи не смогли обнаружить ничего определенного по этому поводу. Пока мы не сможем узнать что-либо о его жизни вне крови человека, мы мало что можем сделать в плане разработки методов, позволяющих избежать этого.

Малярия отличается от большинства микробных заболеваний тем фактом, что организмы, которые ее продуцируют, никоим образом не выводятся из организма. При большинстве микробных заболеваний микробы выводятся из организма пациента с выделениями того или иного рода, и из этих выделений они могут легко попасть к другим людям. Малярийный организм никак не выводится из организма и, следовательно, не является заразным. Если паразит действительно проходит часть своей истории у какого-то другого животного, кроме человека, должен существовать какой-то способ, с помощью которого он передается от человека к другому своему хозяину. Было высказано предположение, что некоторые насекомые, питающиеся человеческой кровью, могут служить вторым хозяином и становиться инокулированными при питании такой кровью. Это было продемонстрировано с поразительным успехом в отношении комара (*Anopheles*), некоторые исследователи заходят так далеко, что заявляют, что это единственный способ передачи болезни.

Несколько других микроскопических животных паразитируют на человеке, и некоторые из них настолько определенно связаны с определенными заболеваниями, что наводят на мысль, что они являются причиной этих заболеваний. Единственным очень распространенным видом является вид, известный как *Amoeba coli*, который обнаруживается при дизентерии. При определенном типе дизентерии этот организм встречается настолько повсеместно, что нет никаких сомнений в том, что он каким-то очень тесным образом связан с причиной заболевания. Однако определенных доказательств этого пока нет.

Что касается растений, то мы обнаруживаем, что некоторые растения более высокой организации, чем бактерии, могут паразитировать на теле человека и вызывать различные виды заболеваний. Эти растения принадлежат в основном к той же группе, что и плесневые грибки, и они особенно склонны поражать кожу. Они растут в коже, особенно под волосами, и могут направлять свои нитевидные ответвления в некоторые подкожные ткани. Это вызывает раздражение и воспаление кожи, что приводит к неприятностям и затрудняет заживление язв. Пока растение продолжает расти, язвы, конечно, не могут быть излечены, и когда

микроорганизмы попадают в кожу под волосами, их часто бывает трудно уничтожить. Среди вызываемых таким образом заболеваний - стригущий лишай, молочница, алопеция и т.д.

ГЛАВА VI.

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С БАКТЕРИЯМИ-ПАРАЗИТАМИ.

Главное преимущество знания причины болезни заключается в том, что оно дает нам выгодную позицию, используя которую мы можем надеяться найти способы избежать ее последствий. Изучение медицины в прошлой истории мира было почти чисто эмпирическим, с очень небольшим количеством научной основы. Сейчас возлагаются большие надежды на то, что эти новые факты поставят этот вопрос на более строго научную основу. Безусловно, за последние двадцать пять лет, с момента изучения бактериологии, для решения проблем, связанных с болезнями, было сделано больше, чем когда-либо прежде. Эти новые знания были особенно направлены на способы предотвращения болезней. До сих пор бактериология приносила плоды в основном в области профилактической медицины, хотя в определенной степени также и в области лечебной медицины. Эта глава будет посвящена рассмотрению того, как изучение бактериологии прямо или косвенно способствовало нашей способности бороться с болезнями.

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА.

При изучении медицины в прошлые века единственной целью было открытие методов лечения болезней; в настоящее время большое и растущее количество исследований посвящено методам предотвращения болезней. Профилактическая медицина - это развитие последних нескольких лет, и она почти полностью основана на наших знаниях о бактериях. С каждым годом эта тема приобретает все большее значение. Предупрежден - значит вооружен, и было обнаружено, что знание причины болезни - это долгий шаг к тому, чтобы избежать ее. Поскольку некоторые из наших инфекционных и эпидемических заболеваний изучались в свете бактериологических знаний, оказалось возможным определить не только их причину, но и то, как происходит заражение, и, следовательно, как можно избежать заражения. Некоторые из результатов, которые росли так медленно, что их трудно оценить по достоинству, действительно являются великими триумфами. Например, изучение бактериологии сначала привело нас к подозрению, а затем продемонстрировало, что туберкулез является заразным заболеванием, и с того момента, как это было таким образом доказано, наблюдается медленное, но, как мы надеемся, уверенное снижение заболеваемости этим заболеванием. Бактериологические исследования показали, что источником заражения холерой в случаях свирепствующих эпидемий является, по крайней мере, в значительной степени, наша питьевая вода; и поскольку это было известно, хотя холера дважды вторгалась в Европу и была широко распространена, она не получила сколько-нибудь прочной опоры и не вызвала какой-либо серьезной эпидемии, за исключением нескольких случаев, когда ее разрушительные последствия можно объяснить осознанной небрежностью. Очень важно сравнить историю эпидемий холеры за последние несколько лет с более ранними датами. Во время эпидемий более ранних лет холера безжалостно охватывала сообщества, не поддаваясь сдерживанию. За последние несколько лет, хотя это заболевание неоднократно стучалось в двери многих европейских городов, оно

обычно ограничивалось единичными случаями, за исключением нескольких случаев, когда эти факты, касающиеся отношения к питьевой воде, были проигнорированы.

Изучение профилактической медицины все еще находится в зачаточном состоянии, но оно уже достигло многого. Он разработал современные системы санитарии, руководил нами при строительстве больниц, дал правила обращения с больничной палатой, которые в значительной степени предотвращают передачу инфекции от пациента к медсестре; он рассказал нам, какие болезни заразны и каким образом; он рассказал нам, какие источники инфекции следует подозревать и остерегаться, и, таким образом, очень много сделал для предотвращения распространения болезни. Его ценность проявляется в том факте, что наблюдается постоянное снижение уровня смертности с тех пор, как современные идеи санитарии начали оказывать какое-либо влияние, и в том факте, что наши общие эпидемии менее серьезны, чем в прежние годы, а также в том факте, что все больше людей избегают болезней, которые в прежние времена были почти повсеместными.

Изучение профилактической медицины учитывает несколько факторов, все из которых связаны с методом и средствами заражения. Они следующие:

Источник инфекционного материала.— стало известно, что при большинстве заболеваний инфекционный материал поступает от людей, страдающих этим заболеванием, и что, за исключением нескольких случаев, таких как малярия, мы всегда должны искать у людей, страдающих этим заболеванием, все источники инфекции. Установлено, что патогенные бактерии во всех этих случаях выводятся из организма пациента тем или иным способом, либо из пищеварительного тракта, либо с кожными выделениями, либо иным образом, и что любая здравомыслящая медсестра может без труда определить, каким образом инфекционный материал выводится из организма ее пациентов. Когда этот факт известен и принимается во внимание, сравнительно легко разработать ценные меры предосторожности против распространения таких материалов. Таким образом, немаловажно помнить, что простое присутствие бактерий в пище или напитке не имеет никакого значения, если только эти бактерии не попали из какого-либо источника болезнетворной инфекции.

Способ распространения.—Затем бактерии должны попасть из первоначального источника заболевания к новому восприимчивому индивидууму. Бактерии не обладают независимой способностью к распространению, если только они не погружены в жидкости, и поэтому их переход от особи к особи должен быть пассивным. Однако они легко передаются несколькими различными способами, и изучение этих средств во многом помогает в проверке заражения. Исследования в этом направлении показали, что способов, с помощью которых передаются бактерии, несколько. Сначала мы можем обратить внимание на еду как на распространителя. Пища может быть заражена инфекционным материалом многими способами; например, при контакте со сточными водами, или с загрязненной водой, или даже с посудой, которой пользовались пациенты. Вода также, вероятно, загрязнена инфекционными веществами и является благодатным источником для распространения брюшного тифа и холеры. Молоко может быть заражено различными способами и быть источником распространения бактерий, вызывающих брюшной тиф, туберкулез, дифтерию, скарлатину и некоторые другие менее распространенные заболевания. Опять же, зараженная одежда, постельное белье или столовые приборы могут быть изъяты у пациента и использованы другим человеком без надлежащей очистки. Прямой контакт или контакт с инфицированными животными

предоставляет другой метод. Насекомые иногда переносят бактерии от человека к человеку, и при некоторых заболеваниях (туберкулез и, возможно, скарлатина и оспа) мы должны рассматривать воздух как распространителя инфекционного материала. Знание этих фактов помогает объяснить множество загадочных случаев заражения, особенно когда мы объединяем их с известными источниками заразных веществ.

Средства вторжения.—Бактериология показала нам, что разные виды паразитических бактерий по-разному проникают в организм, и что каждый из них должен попасть в нужное место, чтобы закрепиться. После того, как мы узнаем, что возбудитель брюшного тифа должен попасть в рот, чтобы вызвать заболевание; что туберкулез может проникать через нос при дыхании, в то время как различные виды заражения крови проникают только через раны или поврежденную кожу, мы сразу узнаем фундаментальные факты относительно надлежащих методов борьбы с этими опасностями. Мы узнаем, что при некоторых заболеваниях осторожность, направленная на предотвращение проглатывания инфекционного материала, достаточна для предотвращения заражения, в то время как при других этого совершенно недостаточно. Когда все эти факты поняты, почти всегда вполне возможно избежать заражения; и по мере того, как эти факты становятся все более и более широко известными, прямое заражение, несомненно, станет менее частым.

Прежде всего, это говорит нам о том, что происходит с патогенными бактериями после выведения из организма пациента; как они могут долгое время оставаться активными; как они могут скрываться в грязи или воде в состоянии покоя, но живые, или как они могут даже размножаться там. Профилактическая медицина рассказывает нам, как уничтожить тех, кто таким образом подстерегает возможность заражения, открывая дезинфицирующие средства и конкретно указывая нам, где и когда их следует использовать. Она уже научила нас, как подавлять определенные формы эпидемий с помощью надлежащих средств уничтожения бактерий, и уменьшает опасность, исходящую от инфекционных заболеваний. Короче говоря, изучение бактериологии привело нас к состоянию, когда мы больше не беспомощны перед лицом бушующей эпидемии. Мы больше не сидим в беспомощном отчаянии, как это делали наши предки, когда эпидемия проникает в общество, но, зная ее причины и истоки, немедленно приступаем к их устранению. В результате тяжелые эпидемии становятся сравнительно недолговечными.

БАКТЕРИИ В ХИРУРГИИ.

Ни в одном направлении профилактической медицины бактериология не имела такого большого значения и не давала таких поразительных результатов, как в хирургии. С тех пор, как хирургия вошла в практику, хирурги сталкивались с двумя трудностями. Первой был шок, вызванный операцией. Это зависит от объема операции и всегда должно быть частью хирургической операции. Второе - побочные эффекты после операции. После операции, даже если она была успешной, почти наверняка возникали вторичные осложнения, известные как хирургическая лихорадка, воспаление, заражение крови, гангрена и т.д., которые часто приводили к летальному исходу. Эти вторичные осложнения обычно были гораздо более серьезными, чем шок от операции, и раньше было обычным явлением, когда пациент полностью оправлялся от шока, но поддавался последующей лихорадке. Они казались совершенно неизбежными и действительно рассматривались как необходимая часть заживления раны. Слишком часто оказывалось, что чем больше внимания уделяется пациенту,

тем больше вероятность того, что он будет страдать от некоторых из этих проблем. Солдат, получивший лечение на поле боя и уход в импровизированном полевом госпитале, часто выздоравливал, в то время как солдат, которому посчастливилось попасть в обычный госпиталь, где был возможен более тщательный уход, скончался от госпитальной гангрены. Все эти факты были четко осознаны, но хирург, из-за незнания их причины, был беспомощен в присутствии этих воспалительных заболеваний и чувствовал, что всегда необходимо принимать их во внимание.

Демонстрация того, что гниение вызывается бактериями, и раннее доказательство того, что болезнь шелкопряда вызывается микроорганизмом, привели к предположению, что воспалительные заболевания, сопровождающие раны, были вызваны аналогичным образом. Есть много поразительного сходства между этими неприятностями и гниением, и предположение было очевидным. Однако поначалу и в течение довольно долгого времени было невозможно продемонстрировать эту теорию, найдя отдельные виды микроорганизмов, которые вызывали проблемы. Мы уже видели, что существует несколько различных видов бактерий, которые связаны с этим общим классом заболеваний, но ни один конкретный из них не имеет какого-либо особого отношения к определенному типу воспаления. Этот факт сделал открытия в этой области делом медленным с микроскопической точки зрения. Но задолго до того, как эта демонстрация была окончательно достигнута, теория получила практическое применение в форме того, что превратилось в антисептическую или асептическую хирургию.

Антисептическая хирургия основана просто на попытке предотвратить попадание бактерий в операционную рану. Предполагается, что если эти организмы не попадут в рану, то заживление будет происходить без вторичных лихорадок и воспалений, которые возникают, если они получают шанс размножиться в ране. Сначала эта теория встретила решительное сопротивление, но накопление фактов продемонстрировало ее ценность, и сегодня ее методы приняты во всем цивилизованном мире. По мере накопления фактических данных хирурги узнали много важных фактов, главным из которых является знание общих источников, из которых происходит инфицирование ран. Сначала считалось, что основным источником инфекции является воздух, но было обнаружено, что бактерии в воздухе обычно безвредны. Оказалось, что наиболее распространенными источниками являются инструменты хирурга, или его руки, или одежда, или губки, которым позволено соприкасаться с ранами. Также оказалось, что бактерии, вызывающие этот класс заболеваний, являются обычными видами, существующими повсюду и универсально присутствующими по всему телу, цепляющимися за одежду или кожу и всегда под рукой, чтобы при удобном случае попасть в рану. Они присутствуют всегда, но обычно безвредны. Они не являются иноземными захватчиками, как более жестокие патогенные виды, такие как возбудители азиатской холеры, но их можно сравнить с ближайшими внутренними врагами. Именно от этих вездесущих бактерий хирург должен остерегаться. Методы, с помощью которых он это делает, не должны нас здесь задерживать. По сути, они заключаются в бактериологической чистоте. Операция проводится стерилизованными инструментами в самых строгих условиях чистоты.

Результатом стала полная революция в хирургии. По мере того как методы стали лучше поняты и более тщательно внедрялись, случаи вторичных осложнений после хирургических ранений становились все реже и реже, пока они практически не исчезли во всех простых случаях. Сегодня хирург понимает, что, когда воспалительные процессы такого рода сопровождают простые хирургические раны, это свидетельствует о его небрежности. Опытный хирург усвоил,

что при тех мерах предосторожности, которые он в состоянии предпринять сегодня, ему следует опасаться только прямого воздействия шока от раны и его последующего прямого воздействия; но вторичные хирургические лихорадки, заражение крови и хирургическую гангрену вообще не нужно принимать во внимание. Действительно, современный хирург вряд ли знает, что такое хирургическая гангрена, и у бактериологов практически не было возможности изучить ее. Вторичные инфекции в значительной степени исчезли, и хирурга волнует просто эффект от самой раны и способность организма противостоять шоку и впоследствии залечить рану.

Теперь, когда эти второстепенные проблемы больше не беспокоят его, хирург становится все более и более смелым. Операции, о которых раньше и не мечтали, теперь выполняются без колебаний. В прежние годы операция, при которой вскрывалась брюшная полость, считалась невозможной, или, по крайней мере, ее смертельный исход был настолько близок, что к ней прибегали только в крайнем случае; в то время как сегодня такие операции вряд ли считаются серьезными. Даже операции на головном мозге становятся все более и более распространенными. Возможно, наши хирурги заходят слишком далеко, впадая в другую крайность, и, чувствуя свою способность выполнять так много операций без неудобств или опасности, они используют нож в тех случаях, когда было бы лучше предоставить Природу самой Себе для ее собственного исцеления. Но, как бы то ни было, невозможно оценить количество предотвращенных страданий и количество жизней, спасенных благодаря преодолению вторичных воспалительных процессов, которые раньше возникали после хирургических ранений.

Таким образом, профилактическая медицина имеет своей целью профилактику, а не лечение болезней. Показывая причины заболеваний и рассказывая нам, где и как ими можно заразиться, он рассказывает нам, как их в значительной степени можно избежать. В отличие от практической медицины, этот предмет имеет прямое отношение к широкой публике. Хотя, возможно, было бы лучше, чтобы знания о методах лечения ограничивались в основном медицинской профессией, в высшей степени желательно, чтобы знание всех фактов, имеющих отношение к профилактической медицине, было распространено как можно шире. Один человек не может удовлетворительно применить свои знания в области профилактической медицины, если его сосед не осведомлен о фактах или небрежно относится к ним. Мы не можем надеяться достичь возможностей, лежащих вдоль этой линии, до тех пор, пока не будет обеспечено очень широкое распространение знаний. Каждая эпидемия, охватившая наши сообщества, свидетельствует о настоятельной необходимости просвещения в отношении таких простых фактов, как источник инфекционного материала, методы его распространения и средства обезвреживания.

ПРОФИЛАКТИКА ПРИ ПРИВИВКЕ.

Давно признано, что в большинстве случаев выздоровление после одного приступа инфекционного заболевания делает человека более или менее невосприимчивым ко второму приступу. Для человека необычно дважды болеть одним и тем же инфекционным заболеванием. Это убеждение, безусловно, основано на фактах, хотя приобретенный таким образом иммунитет подвержен большим вариациям. Есть некоторые заболевания, при которых нет особых оснований думать, что какой-либо иммунитет приобретен, как в случае с туберкулезом, в то время как есть другие, при которых иммунитет очень велик и очень долговечен, как в случае со скарлатиной. Более того, иммунитет у разных людей разный. В то время как некоторые люди, по-

видимому, приобретают длительный иммунитет, восстанавливаясь после одного приступа, другие очень легко поддаются второму приступу. Но, несмотря на это, факт такого приобретенного иммунитета не подлежит сомнению. Очевидно, что за всеми инфекционными заболеваниями, от которых происходит реальное выздоровление, следует определенная степень защиты от повторной атаки; но при некоторых заболеваниях иммунитет очень мимолетен, в то время как при других он более длительный. Заболевания, которые вызывают общую инфекцию всей системы, как правило, с большей вероятностью приведут к возникновению стойкого иммунитета, чем те, которые поражают только небольшие части. Туберкулез, который, как уже отмечалось, обычно локализуется в организме, не обладает достаточной способностью передавать иммунитет, в то время как такое заболевание, как скарлатина, поражающее всю систему, обеспечивает более длительную защиту.

Такой иммунитет известен давно, и в прежние годы он иногда приобретался добровольно; даже сегодня мы обнаруживаем, что некоторые люди используют этот принцип. Похоже, что легкая форма таких заболеваний вырабатывает иммунитет одинаково хорошо, как и тяжелая форма, и, руководствуясь этим фактом, матери нередко намеренно подвергают своих детей определенным заболеваниям в периоды, когда они протекают в легкой форме, чтобы "покончить с болезнью" и защитить своих детей в будущем. Даже самые тяжелые болезни иногда приобретались таким образом добровольно. В Китае иногда было принято таким образом заражаться оспой. Такие методы определенно героичны и, конечно, заслуживают самого искреннего осуждения. Но принцип, согласно которому легкая форма заболевания обеспечивает защиту, был использован более логичным и оправданным способом.

Первым примером применения этого принципа была вакцинация против оспы, которая в настоящее время практикуется уже более столетия. Коровья оспа, несомненно, тесно связана с натуральной оспой, и заражение первой обеспечивает определенную степень защиты от последней. Таким образом, было легко привить человеку часть инфекционного материала от коровьей оспы и таким образом обеспечить ему некоторую защиту от более серьезной натуральной оспы. Это было чисто эмпирическое открытие, и вакцинация практиковалась задолго до того, как был понят принцип, лежащий в ее основе, и задолго до того, как была признана микробная природа заболевания. Однако Пастер снова возродил этот принцип, и на этот раз с логической мыслью о его ценности. Работая с сибирской язвой среди животных, он узнал, что здесь, как и при других болезнях, выздоровление, когда оно наступает, обеспечивает иммунитет. Это побудило его задаться вопросом, нельзя ли изобрести метод передачи животным легкой формы заболевания и таким образом защитить их от более тяжелой формы. Проблема определения легкой формы этого необычайно тяжелого заболевания была непростой. Конечно, этого нельзя было сделать, привив животным небольшое количество бактерий, поскольку их способность к размножению вскоре сделала бы их бесконечно многочисленными. Необходимо было каким-то образом уменьшить их агрессивность. Пастеру удалось добиться этого, заставив их некоторое время расти в культуральных жидкостях при высокой температуре. Это лечение настолько уменьшило их агрессивность, что их можно было привить крупному рогатому скоту, где они вызывали лишь самые легкие формы недомогания, от которых животные быстро выздоравливали. Но даже этот легкий вид заболевания был триумфально продемонстрирован для защиты животных от самой тяжелой формы сибирской язвы. Это открытие, естественно, было расценено как самое замечательное, сулящее великие свершения в будущем. Если таким образом, с помощью прямых лабораторных методов было возможно найти средство прививки от такого серьезного заболевания, как сибирская язва,

почему тот же принцип нельзя было применить к болезням человека? Энтузиасты сразу же начали с нетерпением ждать того времени, когда таким образом будут побеждены все болезни.

Но этот принцип не принес ожидаемых плодов. Нет никаких сомнений в том, что его можно было бы применить к целому ряду заболеваний человека, если предпринять серьезные попытки. Но против его широкого применения возникает несколько возражений. Во-первых, необходимая таким образом прививка действительно является серьезным делом. Даже вакцинация, как хорошо известно, иногда ошибочными методами приводит к летальному исходу, и это очень серьезная вещь - экспериментировать на людях с чем-либо столь мощным против болезней, как патогенные бактерии. Серьезность заболевания оспой, его необычайная заразность и сравнительно легкие результаты вакцинации побудили нас охотно проходить вакцинацию во время эпидемий, чтобы избежать несколько высокой вероятности подхватить эту болезнь. Но человечество не желает подвергаться такой операции, пусть даже легкой, с целью избежать других, менее тяжелых заболеваний или болезней, которыми с меньшей вероятностью можно заразиться. Мы не желаем делать прививку ни от легких болезней, ни от более тяжелых, которые встречаются редко. Например, был разработан метод, позволяющий сделать животных невосприимчивыми к выпадению челюстей, который, вероятно, с таким же успехом применим и к человеку. Но человечество в целом никогда не примет его, поскольку опасность, исходящая от выпадения челюстей, настолько мала. Таким образом, вакцинация должна быть зарезервирована для заболеваний, которые настолько серьезны и настолько распространены, или которые проявляются в периодических эпидемиях такой большой тяжести, что люди в целом готовы подвергнуться вакцинации в качестве защиты. Еще одно возражение возникает из-за того факта, что приобретенный иммунитет не обязательно долговечен. Крупный рогатый скот, привитый от сибирской язвы, сохраняет свои защитные способности всего несколько месяцев. Как долго подобный иммунитет мог бы сохраняться в других случаях, мы не можем сказать, но очевидно, что этот факт фактически предотвратил бы использование этого метода защиты человечества, за исключением особых случаев. Не может быть и речи о постоянных и повторных прививках против различных заболеваний.

В результате принцип прививки как вспомогательного средства в профилактической медицине не доказал своей особой ценности. Единственная другая болезнь человека, при которой предпринимались серьезные попытки ее лечения, - азиатская холера. Это заболевание во время эпидемий настолько тяжелое, а вероятность заражения настолько велика, что оправдывает такую прививку. За последние несколько лет несколько бактериологов пытались найти безвредный метод прививки от этого заболевания. Очевидно, им это удалось, поскольку эксперименты в Индии, на родине холеры, оказались настолько успешными, насколько можно было ожидать. Бактериологическая наука располагает в настоящее время средством прививки от холеры, которое, возможно, столь же эффективно, как вакцинация от оспы. Будет ли он когда-либо использован в какой-либо степени, сомнительно, поскольку, как уже указывалось, мы в состоянии избежать эпидемий холеры другими средствами. Если мы сможем защитить наши общины, обеспечив водоснабжение, маловероятно, что метод прививки когда-либо получит широкое распространение.

Был приведен еще один пример применения профилактической прививки, но основанный на другом принципе. Гидрофобия, безусловно, является одним из самых ужасных заболеваний, хотя и сравнительно редким. Его редкость эффективно помешала бы человечеству сделать общую прививку против него, но его серьезность сделала бы того, кто подвергся воздействию в

результате укуса бешеного животного, готовым подвергнуться практически любому лечению, которое обещало предотвратить болезнь. Следовательно, в попытке найти средство прививки от этой болезни было необходимо найти метод, который можно было бы применять после момента заражения, то есть после того, как человек был укушен бешеным животным. К счастью, болезнь имеет длительный инкубационный период, и он оказался достаточно длительным для достижения поставленной цели. Пастер разработал метод прививки от этой болезни, который может быть применен после того, как человек был укушен бешеным животным. Однако, по-видимому, эта профилактическая прививка основана на принципе, отличном от вакцинации или прививки против сибирской язвы. По-видимому, это приводит не к легкой форме заболевания, защищая таким образом индивидуума, а скорее к приобретенной толерантности к химическим ядам, вырабатываемым болезнью. Хорошо известный физиологический факт заключается в том, что организм может привыкнуть переносить яды, если его приучать к ним последовательно все большими и большими дозами. Именно благодаря этой способности, по-видимому, прививка от гидрофобии производит свой эффект. Материал, содержащий яд, вызывающий гидрофобию (взятый из спинного мозга кролика, умершего от этой болезни), вводится человеку после того, как он был укушен бешеным животным. Ядовитое вещество при первой инъекции очень слабое, но за ним следует более мощная прививка. В результате через короткое время индивидуум приобретает способность сопротивляться ядам, вызывающим гидрофобию. Прежде чем пройдет инкубационный период первоначальной инфекции, вызванной укусом бешеного животного, привитая особь настолько хорошо усвоит яд, что успешно противостоит атаке инфекции. Таким образом, этот метод прививки нейтрализует последствия болезни, предвосхищая их.

Метод лечения гидрофобии встретил чрезвычайно ожесточенное противодействие. В течение нескольких лет это считалось ошибкой. Но постоянно накапливающаяся статистика Института Пастера в подавляющем большинстве была на одной стороне, что заставило замолчать оппозицию и породило всеобщее убеждение в успехе метода.

Метод профилактической прививки широко не применялся при заболеваниях человека в дополнение к упомянутым. В нескольких случаях аналогичный метод использовался для защиты от дифтерии. Среди животных эксперимент показал, что такие методы могут быть довольно легко получены, и, несомненно, то же самое было бы верно и для человечества, если бы их применение считалось практичным или осуществимым. Но по упомянутым причинам эта особенность профилактической медицины всегда будет оставаться довольно неважной и будет ограничиваться несколькими наиболее тяжелыми заболеваниями.

Возможно, было бы неплохо поднять вопрос о том, почему единичная атака с восстановлением обеспечивает иммунитет. Этот вопрос на самом деле является частью уже обсуждавшегося вопроса о методе, с помощью которого организм лечит болезни. Мы видели, что частично это происходит из-за выработки химических веществ, которые либо нейтрализуют яды, либо действуют на бактерии как бактерициды, либо и то и другое вместе, и, возможно, частично из-за активного уничтожения бактерий клеточной активностью (фагоцитоз). Нет особых оснований сомневаться в том, что это тот же самый набор действий, который делает животное невосприимчивым. Силы, которые отгоняют вторгшиеся бактерии в одном случае, все еще присутствуют, чтобы предотвратить повторную атаку того же вида бактерий.

Продолжительность времени, в течение которого эти силы активны и достаточны для того, чтобы справиться с любыми новыми захватчиками, определяет продолжительность действия

иммунитета. Следовательно, пока мы не сможем с большей точностью ответить, как происходит излечение в случае болезни, мы не сможем объяснить метод иммунитета.

ПРЕДЕЛЫ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ.

При всех достижениях профилактической медицины мы не можем надеяться полностью избежать болезней. Мы обнаруживаем, что источники болезней окружают нас со всех сторон и настолько вездесущи, что полностью избежать их невозможно. Если бы мы применяли к своей жизни все меры предосторожности, которым нас научила бактериология, чтобы избежать различных заболеваний, мы бы окружили себя условиями, которые сделали бы жизнь невыносимой. Для нас было бы достаточно тяжело не есть пищу, кроме как горячую, не пить воду, кроме как кипяченую, и не пить молоко, кроме как после стерилизации; но это не соответствовало бы необходимым условиям для предотвращения болезней. Чтобы избежать всех опасностей, мы не должны прикасаться ни к чему, что не было простерилизовано, или должны следить за обращением, немедленно стерилизуя руки; мы должны носить только продезинфицированную одежду, мы никогда не должны засовывать пальцы в рот или прикасаться ими к еде; мы должны прекратить ездить в общественном транспорте и, действительно, должны перестать дышать обычным воздухом. Абсолютное предотвращение вероятности заражения невозможно. Максимум, на что может надеяться профилактическая медицина, - это указать на наиболее распространенные источники инфекции и, таким образом, дать возможность цивилизованному человеку избежать некоторых из его наиболее распространенных проблем. Поэтому возникает вопрос, где нам лучше провести черту при применении мер предосторожности. Должны ли мы пить только стерилизованное молоко и воду, если она не кипяченая? или нам следует отнести эти случайные источники опасности к одной категории с велосипедными и железнодорожными авариями, опасностями, которых можно избежать, не используя велосипед или не катаясь по рельсам, но в отношении которых средство слишком сильное, чтобы его применять?

Действительно, если рассматривать это в широком философском свете, то, возможно, для человечества не самый лучший способ избегать всех опасностей. Сила организма проистекает из использования, а не из неиспользования наших сил. Несомненно, что общее здоровье и энергичность человечества следует развивать, встречая опасности, а не избегая их. Устойчивость к болезням означает физическую силу, и это должно быть развито в человечестве путем применения принципа естественного отбора. В соответствии с этим принципом, болезнь постепенно лишит людей слабых способностей к сопротивлению, оставив тех, кто обладает большей энергией. Таким образом, паразитические бактерии являются средством предотвращения продолжения жизни более слабых членов сообщества и, таким образом, имеют тенденцию укреплять человечество. Благодаря профилактической медицине многие слабые люди, которые в противном случае пали бы раньше в борьбе, могут прожить на несколько лет дольше. Какими бы ни были наши гуманные чувства к индивидууму, мы не можем не признать, что это выживание слабых не приносит никакой пользы расе в том, что касается развития физической природы. В самом деле, если бы мы принимали во внимание просто физическую природу человека, мы были бы вынуждены рекомендовать систему, подобную разработанной древними спартамцами, - подвергать смерти всех слабых индивидуумов, чтобы только сильные могли дожить до того, чтобы стать отцами будущих поколений. В этом свете, конечно, паразитарные заболевания были бы скорее подспорьем, чем вредом для человеческой расы. Конечно, такие принципы никогда больше не будут господствовать среди

людей, и наша совесть велит нам делать все, что в наших силах, чтобы помочь слабым. Мы, несомненно, сделаем все возможное для развития профилактической медицины, чтобы защитить слабых от паразитических организмов. Но в любом случае нам полезно помнить, что мы никогда не можем надеяться развить силу человеческой расы, избегая зла, а скорее борясь с ним, и способность человеческой расы противостоять вторжениям этих организмов никогда не будет развита благодаря линии действий, которая защищает нас от нападения. Здесь, как и в других направлениях, принципы современной гуманности имеют, наряду с их несомненным благоприятным влиянием на человечество, определенные тенденции к слабости. Хотя мы по-прежнему будем делать все возможное для надлежащего развития профилактической медицины, нам, возможно, будет полезно помнить об этих фактах, когда мы подойдем к практическому вопросу определения пределов применения методов профилактики инфекционных заболеваний.

ЛЕЧЕБНАЯ МЕДИЦИНА.

Бактериология до сих пор вносила вклад не столько в лечебную, сколько в профилактическую медицину. Тем не менее, его вклад в лечебную медицину не был неважным, и в будущем обещается гораздо больше. Делать прогнозы на будущее, конечно, небезопасно, но достижения последних нескольких лет вселяют большую надежду на дальнейшие результаты.

НАРКОТИКИ.

Сначала считалось, что знание конкретных бактерий, вызывающих заболевание, даст готовый способ поиска конкретных лекарств для лечения такого заболевания. Если определенный вид бактерии вызывает заболевание и мы можем культивировать организм в лаборатории, то легко найти некоторые лекарства, которые будут смертельны для его роста, и эти же самые лекарства, казалось бы, должны быть ценны как лекарства при этих заболеваниях. Однако эта надежда оказалась в значительной степени призрачной. Очень легко найти какой-нибудь препарат, который окажется смертельным для конкретных микробов при выращивании в лабораторных культуральных средах, но обычно от них мало пользы или они вообще не приносят пользы при применении в качестве лекарств. Во-первых, такие вещества обычно являются очень смертоносными ядами. Едкий сублимат - это вещество, которое с большой скоростью уничтожает все патогенные микробы, но это смертельный яд, и его нельзя использовать в качестве лекарственного средства в достаточном количестве, чтобы уничтожить паразитические бактерии в организме, не оказывая в то же время ядовитого воздействия на сам организм. Очевидно, что для того, чтобы любое лекарственное средство имело ценность в уничтожении бактерий таким образом, оно должно оказывать на бактерии какое-то особенно сильное действие. Его бактерицидное действие на бактерии должно быть настолько сильным, чтобы доза, которая была бы смертельной или очень вредной для них, была бы слишком мала, чтобы оказать пагубное воздействие на организм человека. Оказалось нелегкой задачей найти лекарства, которые будут иметь какую-либо ценность в качестве бактерицидов при использовании в столь малых количествах, чтобы не оказывать вредного воздействия на организм.

Вторая трудность заключается в том, чтобы заставить препарат оказывать свое действие в нужном месте. Некоторые болезни, как мы заметили, вызываются бактериями, которые почти без разбора распространяются по телу; но большинство в какой-то степени определенно локализовано в особых точках. Туберкулез может поражать одну железу или одну долю легкого.

Возбудитель брюшного тифа локализуется в кишечнике, печени, селезенке и т.д. Даже если бы было возможно найти какое-нибудь лекарство, которое оказывало бы очень специфическое действие на туберкулезную палочку, очевидно, что было бы очень сомнительным методом введения его во всю систему просто потому, что оно могло бы оказать воздействие на очень маленькую изолированную железу. Иногда такое бактериальное поражение может локализоваться в местах, где его можно специально обработать, как в случае поражения кожных желез, и в этих случаях некоторые из бактерицидных средств доказали свою большую ценность. Действительно, использование различных дезинфицирующих средств, связанных с абсцессами и поверхностными инфекциями, оказалось очень полезным. В этой степени развитие наших знаний о дезинфицирующих средствах при дезинфекции ран и местном применении оказало немалую помощь лечебной медицине.

Однако попытка найти конкретные лекарства от конкретных заболеваний привела к очень небольшому успеху, и, по крайней мере, сомнительно, что много таких когда-либо будет найдено. Ближайший подход к нему - хинин как специфический яд для лечения малярии. Однако малярийные заболевания вызываются не бактериями, а микроскопическим организмом совершенно иной природы, который считается животным, а не растением. Кроме того, был достигнут небольшой успех или его вообще не было в обнаружении специфических препаратов, которые можно давать в виде лекарств или делать прививки в надежде уничтожить особые виды патогенных бактерий без нанесения вреда организму. Хотя неразумно делать прогнозы относительно будущих открытий, в настоящее время, похоже, мало надежды на развитие лечебной медицины в этом направлении.

VIS MEDICATRIX NATURAE.

Изучение бактериальных заболеваний по мере их распространения в организме прежде всего подчеркнуло тот факт, что болезни в конечном итоге излечиваются естественным, а не искусственным способом. Если патогенной бактерии удастся преодолеть внешние барьеры и проникнуть в организм, и если затем ей удастся преодолеть силы сопротивления, которые мы уже заметили, она начнет размножаться и причинять вред. Сейчас это размножение какое-то время продолжается бесконтрольно, и нет особых оснований ожидать, что мы когда-либо сможем что-то сделать для того, чтобы остановить его с помощью лекарств. Но через некоторое время возникают условия, неблагоприятные для дальнейшего роста паразита. Эти неблагоприятные условия, возможно, частично вызваны выделениями бактерий, поскольку бактерии не способны размножаться в среде, содержащей большую часть их собственных выделений. Выделения, которые они производят, являются ядами как для них, так и для особи, в которой они растут, и после того, как они становятся достаточно обильными, дальнейший рост бактерии сдерживается и окончательно прекращается. Частично мы также должны заключить, что эти враждебные условия вызваны активными жизненными силами в теле подвергшегося нападению индивидуума. Человек, как мы видели, в некоторых случаях вырабатывает некоторое количество какого-либо вещества, которое нейтрализует бактериальные яды и, таким образом, препятствует их максимальному действию. Освобожденные таким образом от прямого воздействия ядов, сопротивляющиеся силы восстанавливаются и снова начинают производить прямое уничтожение бактерий. Возможно, бактерии, ослабленные присутствием собственных продуктов роста, с большей готовностью уступают сопротивляющимся силам клеточной жизни организма. Возможно, силы сопротивления значительно увеличиваются за счет реактивного действия бактерий и их ядов. Но, во всяком случае, в случаях, когда происходит выздоровление

от паразитарных заболеваний, восстановленные силы сопротивления в конце концов побеждают бактерии, уничтожают их или изгоняют, и организм выздоравливает.

Все это, конечно, естественный процесс. Выздоровление от болезни, вызванной инвазией паразитических бактерий, зависит от того, сможет ли организм сопротивляться бактериальным ядам достаточно долго, чтобы восстановить свои сопротивляющие способности. Если эти яды очень сильны и вырабатываются быстро, смерть, вероятно, наступит до того, как силы сопротивления станут достаточно сильными, чтобы изгнать бактерии. В случае некоторых заболеваний яды действуют настолько сильно, что это происходит практически всегда, и выздоровление бывает очень исключительным. Яд, вырабатываемый столбнячной палочкой, имеет такую природу, и выздоровление от челюстно-лицевой колики является самым редким случаем. Но при многих других заболеваниях организм способен противостоять воздействию яда, а позже восстанавливать свою сопротивляемость в достаточной степени, чтобы отогнать захватчиков. Однако во всех случаях этот процесс является естественным и зависит от жизнедеятельности организма. В основе своей она, несомненно, основана на силах клеток организма, будь то фагоциты или другие активные клетки. Короче говоря, у организма есть свои собственные силы для отражения вторжений, и от этих сил мы должны зависеть в плане способности производить выздоровление.

Очевидно, что все эти факты очень мало обнадеживают нас в том, что мы когда-нибудь сможем лечить болезни непосредственно с помощью лекарств, уничтожающих бактерии, но, напротив, мы всегда должны полагаться на сопротивляющиеся силы организма. Более того, они учат нас, в каком направлении мы должны смотреть на будущее развитие лечебной медицины. Очевидно, что научная медицина должна обратить свое внимание на усиление и стимулирование сопротивляющихся и целебных сил организма. Целью врача должно быть дать организму возможность сопротивляться ядам как можно лучше и стимулировать его к восстановлению своих сил сопротивления. Лекарства, конечно, имеют место в медицине, но это место предназначено главным образом для стимулирования организма к реакции против вторгшихся хозяев. Они, как правило, не специфичны к определенным заболеваниям. Мы не можем надеяться на многое в плане открытия специальных лекарств, адаптированных к особым заболеваниям. Мы должны просто рассматривать их как имеющиеся в распоряжении врача средства для стимулирования естественных сил организма, и они, несомненно, могут варьироваться в зависимости от различных индивидуальных особенностей. Признавая это, мы также можем увидеть логику использования малой дозы по сравнению с большой дозой. Небольшая доза наркотика может служить стимулятором отстающих сил, в то время как большая доза непосредственно подавляет их или вызывает вредные вторичные эффекты. Как только мы осознаем, что целью медицины является не уничтожение болезни, а скорее стимулирование сопротивляющихся сил организма, вся логика терапии приобретает новый аспект.

Врачи поняли это и, особенно в последние годы, руководствуются этим в своей практике. Если умеренная доза хинина останавливает малярию в течение нескольких дней, из этого не следует, что удвоенная доза сделает это в два раза быстрее или с удвоенной уверенностью. Большие дозы прошлого, предназначенные для искоренения болезни, были повсеместно заменены меньшими дозами, предназначенными для стимуляции отстающих сил организма. Современный врач не предпринимает попыток вылечить брюшной тиф, давно осознав свою неспособность сделать это, по крайней мере, если лихорадка однажды закрепится; но он

обращает свое внимание на все мыслимые средства повышения силы организма для противодействия тифозному яду, уверенный, что если он сможет таким образом дать пациенту возможность противостоять отравляющему действию тифотоксина, то его пациент в конце концов отреагирует против болезни и изгонит вторгшиеся бактерии. Долг врача - наблюдать и охранять, но он должен полагаться на жизненные силы своего пациента, чтобы в одиночку вести настоящую битву с бактериальными захватчиками.

АНТИТОКСИНЫ.

Однако в совсем недавнее время наши бактериологи показали миру некоторые совершенно новые средства, помогающие организму бороться с бактериальными заболеваниями. Как уже отмечалось, одной из основных сил в выздоровлении, по крайней мере, от некоторых заболеваний, является выработка в организме вещества, которое действует как противоядие от бактериального яда. До тех пор, пока этого антитоксина нет, яды, вырабатываемые болезнью, будут оказывать свое полное действие, ослабляя организм и препятствуя возрождению его сопротивляемости бактериям. Очевидно, что если возможно получить этот антитоксин в большом количестве и затем ввести его в организм при наличии токсичных ядов, у нас есть средство, которое решительно помогает организму в его усилиях по изгнанию паразитов. Такое противоядие от бактериального яда на самом деле не привело бы к излечению, но, возможно, оно привело бы к аннулированию действия ядов и, таким образом, дало бы организму гораздо больше шансов справиться с бактериями. Именно на этом принципе основано применение антитоксинов при дифтерии и столбняке

Будет ясно, что для получения антитоксина мы должны полагаться на какой-то естественный метод его производства. Мы недостаточно знаем химическую природу антитоксинов, чтобы производить их искусственно. Конечно, мы не можем отрицать возможность их искусственного производства, и некоторые совсем недавние эксперименты указывают на то, что, возможно, они могут быть произведены с помощью электричества. Однако в настоящее время мы должны использовать естественные методы, и общепринятый из них прост. Отбирается некоторое животное, кровь которого безвредна для человека и которое подвержено болезни, подлежащей лечению. Для лечения дифтерии выбирают лошадь. Этому животному прививают небольшое количество дифтерийного яда без дифтерийной палочки. Этот яд легко получить, заставляя дифтерийную палочку некоторое время расти в обычной среде в лаборатории, и токсины накапливаются в большом количестве; затем, путем надлежащей фильтрации, сами бактерии могут быть удалены, оставляя чистый раствор токсичного яда. Небольшие количества этого яда вводятся лошади через определенные промежутки времени. Эффект на лошадь такой же, как если бы животное заболело. Его клетки реагируют и вырабатывают значительное количество антитоксина, который остается в растворе в крови животного. Это не теория, а доказанный факт. Обнаружено, что кровь лошади, обработанной таким образом, нейтрализует дифтерийный яд, хотя кровь лошади до такой обработки такого эффекта не оказывала. Таким образом, в крови лошади вырабатывается определенное количество антитоксина, и теперь врачи могут использовать его там, где это необходимо. Если часть крови этой лошади, должным образом обработанной, будет введена в организм человека, страдающего дифтерией, ее эффект, при условии, что теория об антитоксинах верна, будет заключаться в частичном противодействии, по крайней мере, ядам, которые вырабатываются у пациента дифтерийной палочкой. Это не излечивает болезнь и само по себе не изгоняет бациллы, но защищает

организм от ядов до такой степени, что позволяет ему с большей готовностью проявить свои собственные силы сопротивления.

Этот метод использования антитоксинов в качестве вспомогательного средства при лечении болезней появился совсем недавно, и мы даже не можем догадываться, что из этого может получиться. Очевидно, его успешно применяли при дифтерии. Его также с небольшим успехом применяли при столбняке. Тот же принцип был использован при получении противоядия от яда при укусах змей, поскольку оказалось, что при таком виде отравления организм вырабатывает противоядие от яда, если у него появится такая возможность. С лошадьми обращались так же, как с дифтерийным ядом, и таким же образом они вырабатывали вещество, нейтрализующее змеиный яд. В настоящее время изучаются другие заболевания в надежде на аналогичные результаты. Мы не можем сказать, насколько далеко продвинется этот принцип, и не можем быть уверены, что тот же принцип будет применяться очень широко. Паразитарные заболевания настолько различны по своей природе, что мы вряд ли можем ожидать, что метод, удовлетворительный при лечении одной из болезней, с большой вероятностью будет адаптирован к другой. Вакцинация доказала свою ценность при натуральной оспе, но не приносит пользы при других заболеваниях человека. Прививка ослабленными микробами доказала свою полезность при сибирской язве и птичьей холере, но применима не ко всем заболеваниям. С каждым из этих паразитов необходимо бороться особыми методами, и мы не должны ожидать, что метод, имеющий ценность в одном случае, обязательно будет полезен в другом. Прежде всего, мы должны помнить, что антитоксины не лечат сами по себе; они лишь защищают организм от ослабляющего действия ядов до тех пор, пока он не сможет вылечиться сам, и, если у организма не будет сил сопротивляться, антитоксин не даст желаемых результатов.

Следует отметить еще один момент в действии антитоксинов. Как мы видели, выздоровление после приступа большинства микробных заболеваний на какое-то время делает человека невосприимчивым ко второму приступу. Однако это в меньшей степени относится к выздоровлению после искусственной прививки антитоксином, чем когда человек выздоравливает без такой помощи. Если человек выздоравливает совершенно независимо от искусственного антитоксина, он делает это отчасти потому, что разработал антитоксины для противодействия яду своими собственными силами. Другими словами, его клеточная активность, по крайней мере на мгновение, была направлена в сторону выработки антитоксинов. Следовательно, следует ожидать, что после выздоровления они все еще будут обладать этой способностью, и до тех пор, пока они ею обладают, индивид будет защищен от повторного нападения. Однако, когда в результате искусственной инокуляции антитоксина наступает выздоровление, клетки организма не вырабатывают антитоксин активно. Нейтрализация ядов была пассивной, и после выздоровления клетки организма не более вовлечены в выработку антитоксина, чем раньше. Антитоксин, который был введен, вскоре выводится путем секреции, и организм остается практически с той же уязвимостью к атакам, что и раньше. Его иммунитет явно недолговечен, поскольку он зависел не от какой-либо активности со стороны организма, а от искусственной инокуляции вещества, которое быстро выводится секрецией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Есть надежда, что приведенный обзор бактериальной жизни в Природе может дать некоторое адекватное представление об этих организмах и исправить ошибочные представления о них, которые широко распространены. Будет видно, что как наши друзья бактерии играют гораздо более важную роль в Природе, чем как наши враги. Эти растения мельчайшие и необычайно простые, но, тем не менее, существует большое количество различных видов. Число описанных форм уже исчисляется сотнями, и мы, похоже, еще не приближаемся к их окончанию. Они встречаются в природе повсюду, и их численность превосходит всякое представление. Их способность к размножению непостижима, и поэтому их способность производить глубокие химические изменения безгранична. Таким образом, это огромное множество живых существ представляет собой силу или серию сил огромного значения. Большую часть огромного множества людей мы должны считать своими друзьями. От них зависит плодородие почвы фермера и возможность продолжения жизни его посевов. От них зависит вкус молочника. От них зависят важные ферментативные отрасли промышленности, и их универсальные свойства вступают в действие в коммерческих масштабах во многих местах, где мы мало думали о них в прошлые годы. Мы должны смотреть на них как на постоянно действующих агентов, благодаря которым поверхность Природы может оставаться свежей и зеленоватой. Их сила фундаментальна, и их деятельность необходима для продолжения жизни. Небольшое количество огромного хозяина, десятка два видов, к несчастью для нас, находят свое наиболее благоприятное место обитания в человеческом теле и таким образом становятся паразитами человека. В процессе своего роста они вырабатывают яды и вызывают болезни. Таким образом, этот небольшой класс паразитов является нашими несомненными врагами. Но, взятые все вместе, мы должны рассматривать бактерии как друзей и союзников. Без них у нас не было бы наших эпидемий, но без них мы бы не существовали. Возможно, без них некоторые люди прожили бы немного дольше, если бы мы вообще могли жить. Верно, что бактерии, вызывая болезни, время от времени вызывают преждевременную смерть индивидуума; действительно, время от времени они могут уничтожить сотню или тысячу индивидуумов; но столь же верно и то, что без них жизнь растений и животных на лице земли была бы невозможна.